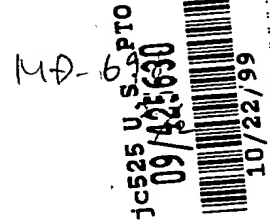


日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 5月12日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第131570号

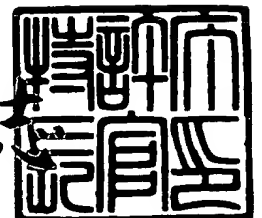
出 願 人  
Applicant(s):

三菱電機株式会社

1999年 6月 4日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3036651

【書類名】 特許願

【整理番号】 514988JP02

【提出日】 平成11年 5月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01F 1/68

F02D 35/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 濱田 慎悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 山川 智也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

【氏名】 裏町 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 米澤 史佳

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 大島 丈治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 古藤 悟

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102439

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103894

【弁理士】

【氏名又は名称】 家入 健

【選任した代理人】

【識別番号】 100092462

【弁理士】

【氏名又は名称】 高瀬 彌平

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第362724号

【出願日】 平成10年12月21日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704079

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 流量測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、

上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間が単一孔であることを特徴とする流量測定装置。

【請求項 2】 流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、

上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流量検出体の上流側から流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、

上記流量検出体は、流体の流れの方向に略沿いかつ上記流体導入口の長手方向と略平行に延在するように配設された略板状の装着部材の主表面に流量検出素子が保持される構造をなしていることを特徴とする流量測定装置。

【請求項 3】 流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、

上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間が単一孔であり、

上記流量検出体は、流体の流れの方向に略沿いかつ上記流体導入口の長手方向と略平行に延在するように配設された略板状の装着部材の主表面に流量検出素子が保持された構造をなしていることを特徴とする流量測定装置。

【請求項 4】 上記検出通路は、上記流体通路の上流から下流へ向かう方向に略直線的に貫通していることを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 5】 上記流体導入口の長手方向の長さは短手方向の長さの略 2 倍以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 6】 上記下流側に向かって絞られている検出通路の内壁面は、流体導入口と垂直かつ流体導入口の長手方向と平行な任意の平面と、上記内壁面との交線の少なくとも一部が、実質的になめらかな曲線によって構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 7】 上記なめらかな曲線は、変曲点を有する略連続的に構成された曲線であることを特徴とする請求項 6 に記載の流量測定装置。

【請求項 8】 上記変曲点を有する略連続的に構成された曲線は、三次関数曲線または実質的に三次関数に近似できる曲線であることを特徴とする請求項 7 に記載の流量測定装置。

【請求項 9】 上記変曲点は、流体導入口の長辺の長さを  $L$  としたときに、検出通路の導入口から下流に向かって略  $0.3L$  の位置にあることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の流量測定装置。

【請求項 10】 上記検出通路は、少なくとも上記流量検出体の上流側端部まで絞られていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 11】 上記検出通路は、少なくとも上記流量検出体の検出素子まで絞られていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 12】 上記流体導入口は曲面形状を有することを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 13】 上記検出通路は、上記流体導入口の短手方向において少なく

とも流量検出体の上流側から流量検出体までの間で下流側に向かって実質的にめらかに狭くなっていくように絞られていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 1 4】 上記検出通路を構成する壁の下流側端部に切り欠きを有することを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 1 5】 上記切り欠きの近傍で切り欠きより上流側の検出通路外壁に凸状段差を有することを特徴とする請求項 1 4 に記載の流量測定装置。

【請求項 1 6】 上記検出通路を構成する壁の少なくとも一部の外壁面は、外側に膨らむ曲面またはテーパを有するものであることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 1 7】 上記流体導入口の近傍に上流側に向かって突出した突出体を有することを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 1 8】 流体導入口は略長形状であり、上記突出体は上記流体導入口の長辺および短辺の少なくとも一方に設けられた互いに略平行な板状部材であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の流量測定装置。

【請求項 1 9】 上記突出体は上流側に行くほど肉厚が薄くなるテーパまたは曲面部を有することを特徴とする請求項 1 7 または 1 8 に記載の流量測定装置。

【請求項 2 0】 上記柱状部材は流体通路の側壁に形成された孔より上記流体通路に挿入されることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 2 1】 上記装着部材は上流側端部から下流側に向かって肉厚が増大する領域を有し、流量検出素子は上記肉厚が増大している領域に配置されていることを特徴とする請求項 2 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【請求項 2 2】 上記装着部材は下流側端部に切り欠きを有することを特徴とする請求項 2 ないし 6 の何れかに記載の流量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は流量測定装置に関するものであり、例えば内燃機関の空気の質量流量を測定する装置に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来技術を説明する前に、自動車エンジンの吸気系における一般的な課題を説明する。図36は一般的な自動車エンジンの吸気システムの構成を模式的に示す断面図である。図において、1は吸入する空気の流量を測定するための吸入空気流量測定装置であり、31はそのセンサ部すなわち流量検出素子である。2はエアクリーナ、3はエアフィルタ、4は大気中より吸入する空気の流れ方向を示す矢印、5は空気中に汚染物質として混在している塵埃、6は吸気効率を上げるためのベルマウス、7はアクセルペダル（図示せず）と連動して吸入空気量を制御するスロットルバルブ、8はサージタンク、11はエンジン燃焼室、20は吸入空気を導入する吸気管、9aは吸入した空気をエンジン燃焼室11内へ導入する吸気マニホールド、9bは燃焼後の排気ガスを導出するための排気マニホールド、10aは吸気バルブ、10bは排気バルブ、12は流量測定装置1に使用する配線である。

#### 【0003】

このような吸気系の構成において、エアクリーナ2内部の空気の流れを矢印13a、13b、13cおよび14a、14b、14cで示すように、エアフィルタ3の全面において濾過を行っている。吸入空気量測定装置1は通常エアクリーナ2の出口近傍に設置されるため、エアフィルタ3の目詰まりなどの原因でエアクリーナ2内部の流れが変化すれば、流量測定装置1が影響を受けることは、容易に理解できる。

#### 【0004】

図37は、塵埃5がエアフィルタ3に堆積した場合の空気の流れる様子を説明するための模式図である。図36のような吸気系において、塵埃5を吸入した場合、この塵埃5がエアクリーナ2入口近傍に多く堆積して目詰まりを起こすので空気の通路が大きく変化する。このときのエアクリーナ2内部の流れを示したものが矢印15a、15b、15cおよび16a、16b、16cである。目詰ま

りを起こした入口近傍のエアフィルタ 3 は空気を通過させることができなくなり、吸入空気はエアフィルタ 3 のまだ目詰まりしていない場所を通過するようになる。

## 【0 0 0 5】

このように、エアフィルタ 3 に塵埃 5 が堆積した場合、矢印 1 5 a および 1 6 a で示すような渦が発生したり、空気がエアフィルタ 3 を通過する部分が大きく変化することになる。このようなことになれば、流量測定装置 1 に流入する流れには不規則な渦が混在して乱れ度が高くなり、初期に生じていた速度分布すなわち偏流が変化し、また次のような理由で旋回流が増加してさらに複雑な流れとなる。

## 【0 0 0 6】

エアフィルタ 3 に全く塵埃 5 が付着していない初期の状態において流量測定装置 1 が出力する流量の値は、流量検出素子 3 1 が計測した検出値を吸気管 2 0 に流れる流量の代表値とし、真にエンジンが吸い込んだ空気量として用いている。実際に様々な車種に搭載されているエアクリーナ 2 は、一例を図 3 8 (a) および (b) にそれぞれ上面図および側面図で示すように、そのほとんどが非対称な三次元的な固有形状をしており、またエアクリーナ 2 の入口 2 a とエアクリーナ 2 の出口 2 b は非対称な位置に取り付けられているので、流量測定装置 1 に流入してくる流れは速度分布に偏りがあるだけでなく、流れ方向に中心軸を持つ旋回流を多く含む。エアフィルタに目詰まりが生じれば、流体通路の非対称性が強くなり、旋回流の回転成分は大きくなる。

## 【0 0 0 7】

まとめると、エアフィルタ 3 が目詰まりを起こせば、乱れ度が高いことにより出力値に含まれるノイズが増大し、また、偏流の分布が変化し、さらに、旋回流の回転成分が変化し回転の遠心力によって流速分布が変化することに伴って流量検出素子 3 1 位置で検出する流速が変わり、流量検出誤差が生じるという問題がある。

## 【0 0 0 8】

エアフィルタ 3 に堆積する塵埃は、一般にエンジンの運転時間に応じて徐々に



増加するため、吸気系は経時的に変化する。経時変化が生じたエアクリーナ 2 を使用すると、流量測定装置 1 に検出誤差が生じるので燃料と空気の混合比を最適に制御することができなくなり、例えば三元触媒のような排ガス浄化装置の浄化作用に悪影響を及ぼし、深刻な大気汚染を招く。ここで、三元触媒とは、燃料と空気の混合比が最適に制御された状態において、窒素酸化物  $\text{NO}_x$ 、炭化水素  $\text{HC}$ 、一酸化炭素  $\text{CO}$  の浄化効率が最も良くなるものである。今後 21 世紀に向けて排ガス規制が世界的に厳しくなっていくことが決定しており、吸気系の経時変化の問題はますます大きな課題となると考えられる。

## 【0009】

さらに、吸気系の経時変化以外にも、エアフィルタ 3 あるいはエアクリーナ 2 の組み付けバラツキなどによって、流れの流速分布が変化して流量検出誤差が生じることも問題である。すなわち、流路構成や吸気システム構成に左右されないで正確に流量を検出することが、流量測定装置 1 の課題である。

## 【0010】

従来例 1.

これを解決する技術として、図 39 に示すような特開平 8-313318 号公報で開示された従来例 1 による流量測定装置がある。図において、31 は流量検出素子、141 は吸気温検出素子、142 は流れを整流するための整流格子、20 は流体主通路である吸気管、140 は検出通路である。流体主通路の途中に、流れ方向に貫通して吸気管 20 の直径よりも一回り小さな円筒形状の検出通路 140 を設け、その管路の上流側がベルマウス形状となっており、その検出通路 140 内部に流量検出素子 31 を設置し、またその上流側には流れを整流する整流格子 142 を備えた構成となっている。整流格子 142 は流れの方向に厚さを有するいわゆるハニカム形状をしている。

## 【0011】

このように構成することで、吸入空気は、まず整流格子 142 を通過する際に旋回成分が取り除かれ、さらにベルマウス形状の導入口を有する検出通路 140 を通過する際に広い範囲から集められて縮流される。従って、吸気系の特にエアフィルタによって経時変化が生じて流量測定装置に流入する流れの旋回流や偏流

が変化したり、あるいは乱れ度が増大した場合でも、流量検出誤差を少なくすることができる。

また、検出通路 140 が流れ方向に貫通しており吸気管 20 の流れの一部を検出通路 140 に直接導入することができるので、流れの変化を敏感に検出することができる。

#### 【0012】

しかしながら、円筒型のベルマウス形状に関しては、偏流および乱れ度に対してはある程度の低減効果は考慮されているが、旋回流に対しては全く無防備であるという問題がある。これは、流体力学に関する文献等に記載されている渦度保存の法則により、回転半径が小さくなると旋回の回転数が増加する、つまり、図 40 に示すように回転半径が徐々に減少する検出通路 140 内部に流れが導入される場合、旋回流の回転数が増加するからである。回転数が増加すると、検出通路 140 内部の流体は遠心力によって外側へと分布を偏らせ、中心近傍に設置されている流量検出素子 31 には大きな流量検出誤差が生じると言う問題があった。

この問題を解決するために、図 39 に示すような整流格子 142 を用いている。しかしながら、エンジンルームが高密度実装化されて整流部を有する流路管のスペースが十分確保できなくなり、また、吸気管 20 の途中に孔を開けて簡単に付けられるプラグイン方式の要求が近年徐々に高まりつつある。このようなプラグイン方式では、流量測定装置自身が流れを整流する機能を有していないため、整流格子 142 をわざわざ吸気系通路に別途設置する必要が生じると言う問題があった。

#### 【0013】

従来例 2.

図 41 は、特開平 2-232524 号公報で開示された従来例 2 による流量測定装置の縦断面図であり、図 42 はその上流側から見た正面図である。図において、171 (171a、171c、171d) は迂回する副通路すなわち検出通路、174 は検出通路 171 の入口に設けられた凹部、162a は吸気温度検出素子、162b は流量検出素子、180 は空気の流れ方向を示す矢印、170a は

楕円形に開口した縁である。

迂回する検出通路 171 の上流側入口開口の全周には楕円形の縁 170a を設け、その凹部 174 に検出通路の入口が設置されている。

#### 【0014】

このような構成においては、凹部 174 によって流れが安定化すると記載されている。しかしながら、凹部 174 から検出通路 171 内部へ流れが導入される部分で急激な曲がり部を有するため流れは剥離して不規則な渦を発生させ、その渦が検出通路 171 内部を流下して流量検出素子 162b に衝突し、ノイズの増大および流量検出誤差を生じるという問題点があった。

また、検出通路 171 が迂回しているため通気抵抗が大きく、吸気管内の流れが突然加速した場合、つまり自動車のアクセルペダルを急に踏み込んだ場合などでは、検出管路 171 内部の空気が押し出されるまでに時間を要し、検出管路 171 内部に設置されている流量検出素子 162b は流れの変化を敏感に検出できないという問題もある。

#### 【0015】

また、図 43 は同公報に記載された検出通路が迂回せずに流れ方向に貫通している流量測定装置を示す縦断面図である。図において、102 は副通路すなわち検出通路、104 は凹部、105 は逆止弁である。

このような検出通路 102 が流れ方向に貫通している流量測定装置においても、同様に凹部 104 から検出通路 102 内部へ流れが導入される部分で急激な曲がり部を有するため流れは剥離して不規則な渦を発生させ、その渦が検出通路 102 内部を流下して流量検出体 162b に衝突し、ノイズの増大および流量検出誤差を生じるという問題点があった。

また、検出通路 102 の出口には逆止弁 105 が設けられているので、検出通路 102 内部の流体抵抗が大きく、吸気管内の流れが突然加速した場合つまり自動車のアクセルペダルを急に踏み込んだ場合などでは、検出管路 102 内部の空気が押し出されるまでに時間を要し、検出管路 102 内部に設置されている流量検出体 162b は流れの変化を敏感に検出できないという問題もある。

#### 【0016】

従来例 3.

図 4 4 は、特開平 10-142020 号公報で開示された従来例 3 による流量測定装置の縦断面図であり、図 4 5 はその A-A 線に沿った断面図である。図において、130 は測定流路すなわち検出通路、120 は流れ方向を示す矢印、129 は装着部材、121 は測定素子すなわち流量検出素子、131 は変向流路すなわち迂回する検出通路、142 は丸くされた界面、139 は測定流路側面、103 はシールリング、108 は吸気管である。

検出通路 130 内に流量検出素子 121 および流量検出素子 121 を装着する装着部材 129 を備え、検出通路 130 の入口部をなめらかな曲面状で形成し、装着部材 129 の厚み方向に通路が絞られているように構成されている。

#### 【0017】

このように構成することで、検出通路 130 内部へ向かう流れは、入口近傍の曲面で縮流されて内部へと導入されることが推定される。しかしながら、上流から検出管路 130 内部に旋回流が進入してきた場合、この流れが装着部材 129 の前縁に衝突した際に剥離を生じ、不規則な渦が流量検出素子 121 に衝突して流量検出誤差が生じるという問題がある。

さらに、検出通路 130 の入り口は吸気管 108 を流れる流体のごく一部しか集めておらず、かつ、図 4 4 に示された断面から見たときに流量検出素子 121 の検出部へ流れを集めるように導いておらず、図 4 5 に示すように装着部材 129 の厚み方向に流れを集めるように構成されているので、図 4 4 の上下方向に生じる流速分布の変化に対して流量検出誤差が生じるという問題がある。

また、検出通路 130 が迂回しているため通気抵抗が大きく、吸気管内の流れが突然加速した場合、つまり自動車のアクセルペダルを急に踏み込んだ場合などでは、検出管路 130 内部の空気が押し出されるまでに時間を要し、検出管路 130 内部に設置されている流量検出素子 121 は流れの変化を敏感に検出できないという問題もある。

#### 【0018】

#### 【発明が解決しようとする課題】

従来の流量測定装置は以上のように構成されており、以下に示すような問題点

を有している。

吸気経路の曲がり、エアフィルタやエアクリーナの組み付けバラツキなどによって流れの速度分布が変化し流量検出誤差が生じる。

さらに、エアフィルタの目詰まりが生じ吸気系の経時変化が生じて吸気管路内の偏流や旋回流が変化し、また乱れ度が増大した場合において、流量検出誤差が生じる。

また、流れの変化を敏感に検出できない。

#### 【 0 0 1 9 】

本発明は、上記のような一般的な吸気系の課題に対して発明された従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、本発明の第 1 の目的は、吸気経路の曲がり、エアフィルタやエアクリーナの組み付けバラツキなどによって流れの速度分布が変化した場合、およびエアフィルタの目詰まりが生じて吸気系の経時変化が生じ、偏流や旋回流が変化し、また乱れ度が増大した場合においても流量検出誤差が生じにくい、流量測定装置を提供することにある。

また、本発明の第 2 の目的は、流量検出体に流れを直接導入しながらノイズが少なく流速の変化に敏感な応答性の良い流量測定装置を提供することにある。

#### 【 0 0 2 0 】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の構成による流量測定装置は、流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間が単一孔であるものである。

#### 【 0 0 2 1 】

本発明の第 2 の構成による流量測定装置は、流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路

と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流量検出体の上流側から流量検出体までの間で下流側に向かって実質的にめらかに狭くなっていくように絞られており、上記流量検出体は、流体の流れの方向に略沿いかつ上記流体導入口の長手方向と略平行に延在するように配設された略板状の装着部材の主表面に流量検出素子が保持された構造をなしているものである。

## 【 0 0 2 2 】

本発明の第 3 の構成による流量測定装置は、流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間で下流側に向かって実質的にめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間が単一孔であり、上記流量検出体は、流体の流れの方向に略沿いかつ上記流体導入口の長手方向と略平行に延在するように配設された略板状の装着部材の主表面に流量検出素子が保持された構造をなしているものである。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の第 4 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 3 のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、上記流体通路の上流から下流へ向かう方向に略直線的に貫通しているものである。

## 【 0 0 2 4 】

本発明の第 5 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 4 のうちの何れかの構成において、上記流体導入口の長手方向の長さは短手方向の長さの略 2 倍以上であるものである。

## 【 0 0 2 5 】

本発明の第 6 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 5 のうちの何れかの構成において、上記下流側に向かって絞られている検出通路の内壁面は、流体

導入口と垂直かつ流体導入口の長手方向と平行な任意の平面と、上記内壁面との交線の少なくとも一部が、実質的になめらかな曲線によって構成されているものである。

【 0 0 2 6 】

本発明の第 7 の構成による流量測定装置は、上記第 6 の構成において、上記なめらかな曲線は、変曲点を有する略連続的に構成された曲線であるものである。

【 0 0 2 7 】

本発明の第 8 の構成による流量測定装置は、上記第 7 の構成において、上記変曲点を有する略連続的に構成された曲線は、三次関数曲線または実質的に三次関数に近似できる曲線であるものである。

【 0 0 2 8 】

本発明の第 9 の構成による流量測定装置は、上記第 7 または 8 の構成において、上記変曲点は、流体導入口の長辺の長さを  $L$  としたときに、検出通路の導入口から下流に向かって略  $0.3L$  の位置にあるものである。

【 0 0 2 9 】

本発明の第 1 0 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、少なくとも上記流量検出体の上流側端部まで絞られているものである。

【 0 0 3 0 】

本発明の第 1 1 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、少なくとも上記流量検出体の検出素子まで絞られているものである。

【 0 0 3 1 】

本発明の第 1 2 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記流体導入口は曲面形状を有するものである。

【 0 0 3 2 】

本発明の第 1 3 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、上記流体導入口の短手方向において少なくとも流量検出体の上流側から流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめ

らかに狭くなっていくように絞られているものである。

【 0 0 3 3 】

本発明の第 1 4 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記検出通路を構成する壁の下流側端部に切り欠きを有するものである。

【 0 0 3 4 】

本発明の第 1 5 の構成による流量測定装置は、上記第 1 4 の構成において、上記切り欠きの近傍で切り欠きより上流側の検出通路外壁に凸状段差を有するものである。

【 0 0 3 5 】

本発明の第 1 6 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記検出通路を構成する壁の少なくとも一部の外壁面は、外側に膨らむ曲面またはテーパを有するものである。

【 0 0 3 6 】

本発明の第 1 7 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記流体導入口の近傍に上流側に向かって突出した突出体を有するものである。

【 0 0 3 7 】

本発明の第 1 8 の構成による流量測定装置は、上記第 1 7 の構成において、流体導入口は略長形状であり、上記突出体は上記流体導入口の長辺および短辺の少なくとも一方に設けられた互いに略平行な板状部材であるものである。

【 0 0 3 8 】

本発明の第 1 9 の構成による流量測定装置は、上記第 1 7 または 1 8 の構成において、上記突出体は上流側に行くほど肉厚が薄くなるテーパまたは曲面部を有するものである。

【 0 0 3 9 】

本発明の第 2 0 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記柱状部材は流体通路の側壁に形成された孔より上記流体通路に挿入されるものである。



## 【0 0 4 0】

本発明の第 2 1 の構成による流量測定装置は、上記第 2 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記装着部材は上流側端部から下流側に向かって肉厚が増大する領域を有し、流量検出素子は上記肉厚が増大している領域に配置されているものである。

## 【0 0 4 1】

本発明の第 2 2 の構成による流量測定装置は、上記第 2 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記装着部材は下流側端部に切り欠きを有するものである。

## 【0 0 4 2】

## 【発明の実施の形態】

## 実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 による流量測定装置を示す斜視図である。図において、1 は流量測定装置、2 0 は吸気管、2 2 は空気の順流方向を示す矢印、2 3 は流量測定装置 1 を吸気管 2 0 に挿入するための台座、2 4 および 2 6 は流量測定装置 1 を台座 2 3 に固定するための取り付け用のネジ孔、2 8 はボルト、2 5 は信号線を接続するための端子、2 7 は内部の電子回路基板（図示せず）を覆うカバー、3 0 は流量測定装置 1 を吸気管 2 0 内部へ挿入するために台座 2 3 および吸気管 2 0 の側壁に設けられた孔、3 1 は流量検出素子、3 2 は流体の流れ方向に沿って配置された略板状の装着部材であり、装着部材 3 2 の一方の主表面に流量検出素子 3 1 が保持されて流量検出体が構成されている。3 3 は柱状部材、4 0 は検出通路であり、柱状部材 3 3 を所定の形状にくりぬいて検出通路 4 0 が形成されている。流量測定装置 1 は台座 2 3 および吸気管 2 0 の側壁に設けられた孔 3 0 に挿入される、いわゆるプラグイン方式となっている。このような構成では吸気管 2 0 に孔 3 0 を設けるだけでよく、例えば図 3 9 に示した従来例のように吸気管同士を接続して設置する必要がないため、装着性に優れるという利点がある。この際、ネジ孔 2 4 と 2 6 はボルト 2 8 によって締め付けられ、孔 3 0 と流量測定装置 1 の隙間は空気が漏れないように O リング等のシール部材（図示せず）で密封される構造となっている。

## 【0 0 4 3】

次に、流量検出素子 3 1 の構成および動作の一例を示す。図 2 は本発明の実施の形態 1 に係る流量検出素子の一例の構成を示す平面図である。これは、例えば特開平 1 - 1 8 5 4 1 6 号公報に記載された内燃機関用の流量検出素子であり、吸気通路内に吸入空気の流れに対して略平行になるように配置した基板上に形成され、吸入空気の上流側と下流側に配置された感熱抵抗膜から成る発熱抵抗体と、この上流側および下流側の各々の発熱抵抗体からの放熱量の差を電氣的に判別し、吸入空気の流れ方向を検出する比較器を備えて成るものである。

図 2 において、2 0 0 は通常の空気の流れすなわち空気の順流方向を示す矢印、2 0 1 は合成樹脂箔からなる薄い基板、2 0 2 は発熱抵抗体 2 0 3、2 0 4 と温度補償用抵抗体 2 0 5、2 0 6 の間の熱干渉の影響を回避するための断熱孔、2 0 3 は吸気上流側に対応する発熱抵抗体、2 0 4 は吸気下流側に対応する発熱抵抗体、2 0 5 は吸気上流側に対応する温度補償用抵抗体、2 0 6 は吸気下流側に対応する温度補償用抵抗体である。温度補償用抵抗体 2 0 5、2 0 6 は吸入する空気の温度を検出し、発熱抵抗体 2 0 3、2 0 4 の発熱温度を制御するために用いられる。

このように構成することで、吸気上流側に対応する発熱抵抗体 2 0 3 と吸気下流側に対応する発熱抵抗体 2 0 4 は空気が流れることによって放熱量に差異が生じ、流れの方向と速度が検出できる。

#### 【 0 0 4 4 】

次に、流量検出素子 3 1 の構成および動作の別の例を示す。図 3 は本発明の実施の形態 1 に係る流量検出素子の別の例の構成を示し、(a) は平面図、(b) は (a) の I - I 線断面図である。図において、3 0 1 は例えば厚さ約 0. 4 m m のシリコンよりなる平板状基材であり、その表面に例えば厚さ 0. 5  $\mu$  m の窒化シリコン等よりなる絶縁性の支持膜 3 0 2 がスパッタ、蒸着、C V D 等の方法で形成され、その上に例えば厚さ 0. 1  $\mu$  m の白金等の感熱抵抗膜よりなる発熱抵抗 3 0 4 および測温抵抗 3 0 6、3 0 7 が蒸着やスパッタ等の方法で着膜されている。発熱抵抗 3 0 4 および測温抵抗 3 0 6、3 0 7 には写真製版、ウェットあるいはドライエッチング等の方法を用いて、電流路である接続パターン 3 0 8 a ~ 3 0 8 c、3 0 8 f ~ 3 0 8 h が形成されている。

また、同様に厚さ $0.1\mu\text{m}$ の白金等の感熱抵抗膜よりなる流体温度検出体305が蒸着やスパッタ等の方法で着膜されている。流体温度検出体305には写真製版、ウェットあるいはドライエッチング等の方法を用いて電流路であるリードパターン308d, 308eが形成されている。さらに発熱抵抗304および測温抵抗306, 307の上には例えば厚さ $0.5\mu\text{m}$ の窒化シリコン等よりなる絶縁性の保護膜303がスパッタ、CVD等の方法で形成されている。

## 【0045】

発熱体304は、直列に接続され接続パターン308c, 308fを経て流量検出素子の外部との電氣的接続を行うための電極309c, 309fとつながっている。また、流体温度検出体305はリードパターン308d, 308eを経て流量検出素子の外部との電氣的接続を行うための電極309d, 309eとつながっている。

さらに同様に測温抵抗306は接続パターン308a, 308bを経て電極309a, 309bと、また測温抵抗307は接続パターン308g, 308hを経て電極309g, 309hとそれぞれつながっている。

電極309a~309hの部分はワイヤボンド等の方法で外部と電氣的に接続するために保護膜303が除去されている。

## 【0046】

さらに、平板状基材301の支持膜302が形成されている面とは逆の面に形成された裏面保護膜311に写真製版等の方法でエッチングホール312を形成後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって、平板状基材301の一部を除去し、キャビティ314を形成することによって流量検出部であるところの流量検出用ダイヤフラム313が構成されている。

矢印Aは被計測流体の流れの正方向であり、流量検出用ダイヤフラム313は被計測流体の流れにさらされるように配置される。

ダイヤフラム313の大きさは、 $1000\mu\text{m}\times 2000\mu\text{m}$ であり、その厚さは抵抗体304, 306, 307が構成されていない部分で $1\mu\text{m}$ である。

## 【0047】

発熱体304は図4に示す定温度差駆動回路によって所定の平均温度となるよ

うな抵抗値に制御されている。検出回路は流体温度検出体 3 0 5 と発熱抵抗 3 0 4 を含むブリッジ回路となっている。図において、R 1、R 2、R 3、R 4、R 5 は固定抵抗、O P 1、O P 2 は演算増幅器、T R 1、T R 2 はトランジスタ、B A T T は電源である。

検出回路は図中の a 点と b 点の電位を略等しくするように働き、発熱抵抗 3 0 4 の加熱電流 I H を制御する。被計測流体の流速が早くなると、発熱体 3 0 4 から被計測流体への熱伝達量が多くなるため発熱体 4 の平均温度を所定の値に保つ時の加熱電流 I H は増加する。

一方、測温抵抗 3 0 6、3 0 7 は図示しない回路によってその各々の抵抗の温度に相当する出力を得、その差をとることによって流量センサの出力としている。すなわち、A の方向に流体の移動が生じたときには、測温抵抗 3 0 6 の温度は下がり、測温抵抗 3 0 7 の温度は測温抵抗 3 0 6 程は下らない。

図 5 には流量と測温抵抗 3 0 6 と 3 0 7 の温度との関係を示している。測温抵抗 3 0 6 と 3 0 7 の温度に相当する出力の差を流量センサの出力とすれば、流量とその流れの方向が検出できる。

尚、測温抵抗 3 0 6、3 0 7 の温度を検出するには、測温抵抗 3 0 6 と 3 0 7 に各々所定の定電圧を与えたり、また所定の定電流を与える等の方法が考えられる。

#### 【 0 0 4 8 】

なお、本実施の形態では、順流および逆流の双方向の流速を検出可能な流量検出素子 3 1 について説明したが、これに限定されるものではなく、順方向のみの検出機能を有するより単純な構成のものでもよい。

また熱式に限らず任意の検出方式の流量検出素子でもよい。

#### 【 0 0 4 9 】

図 6 は本発明の実施の形態 1 による流量測定装置の構成および動作を示し、( a ) は正面図、( b ) は縦断面図である。図において、2 9 は吸気管 2 0 の孔 3 0 と流量測定装置 1 の隙間を密封する O リング等のシール部材、3 4、3 5、3 6 は流体の流れを示す矢印、L は流体導入口 4 1 の長手方向の長さ、M は短手方向の長さである。

3 3 は吸気管 2 0 の内部に流れの一部を横断して配置された柱状部材である。柱状部材 3 3 には、流体の入口である導入口 4 1 から流体の出口である導出口 4 2 まで流体通路である吸気管 2 0 の上流から下流へ向かう方向に直線的に貫通した検出通路 4 0 が形成されている。検出通路 4 0 の流体導入口 4 1 は、長細い形状すなわち本実施の形態では長方形に形成されている。また、流体導入口 4 1 は流体通路である吸気管 2 0 内の流体の流れ方向に対向しており、しかも長手方向すなわち長辺が円筒状吸気管 2 0 の径方向に沿って配置され、かつ検出通路 4 0 における流体の流れ方向に直交する断面の中心位置が円筒状吸気管 2 0 における流体の流れ方向に直交する断面の中心位置と略一致するように配置されている。なお、検出通路 4 0 の流れと直交する方向の断面は四辺形で示したが、通路断面の四辺形の角部には丸みや面取りを有していてもよく、また楕円形や小判型でもよい。

また、本実施の形態では、検出通路 4 0 は長辺の長さが導入口 4 1 から導出口 4 2 までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られている。4 5 はその絞り部であり、5 0 は変曲点である。

#### 【 0 0 5 0 】

図 7 は検出通路内壁面の形状を説明するための図であり、(a) は流体導入口と垂直かつ流体導入口の長手方向に平行な平面 8 3 と流量測定装置との関係を説明する斜視図、(b) は平面 8 3 によって流量測定装置を切断した斜視図である。図において、8 4 は上記平面 8 3 と検出通路 4 0 の内壁面との交線である。

交線 8 4 は少なくとも一部がなめらかな曲線であり、この曲線は変曲点を有し略連続的に構成されている。さらに、上記曲線は、略三次関数に近似できる曲線として構成されている。

なお、本実施の形態では、任意の平面 8 3 の位置によって現れる上記交線 8 4 の形状について記載しており、図 8 のように平面 8 3 の位置によって交線 8 4 が変化するものも含む。

さらに、変曲点 5 0 は、導入口 4 1 の長手方向の長さを  $L$  としたときに、検出通路 4 0 の導入口 4 1 から下流に向かって略  $0.3L$  の位置にある。

なお、上記説明では略三次関数に近似できる曲線としたが、実質的に複数の円

弧を組み合わせることによって三次関数に近似されるような曲線から構成された曲面であっても、本実施の形態の効果を失うものではない。

【0051】

また、導入口 4 1 は図 6 に示すようにアール（角を丸めたもの）を有する曲面形状に形成されている。

また、略板状の装着部材 3 2 は、その主表面が検出通路の内壁面から離間して流体の流れ方向に略沿うように配置され、装着部材 3 2 の一方の主表面に検出素子 3 1 が保持されており、本実施の形態では装着部材 3 2 の全体が検出通路 4 0 の絞られている部分に位置している。

また、検出素子 3 1 の検出部（例えば図 3 のダイヤフラム 3 1 3）は、この検出部が配置された検出通路 4 0 における流体導入口 4 1 の長手方向に平行な方向の長さの midpoint の近傍に配置されている。

なお、装着部材 3 2 は例えば柱状部材 3 3 の天井部から検出通路 4 0 に貫通して設けられた孔から検出通路 4 0 に挿入され、所定の位置に固定されている。

【0052】

次に、検出通路 4 0 を絞ったことによる動作について説明する。図 9（a）は一般的な風洞試験で使用する縮流ノズルの輪郭線およびその動作を説明する図であり、図の輪郭線は変曲点を有する三次関数曲線である。図において、7 0 は入口側のノズル寸法（距離＝E）、7 2 は出口側のノズル寸法（距離＝F）、7 4 はノズルの流路軸方向距離（距離＝G）、7 6 は変曲点、7 8 はノズル入口から変曲点までの流れ方向距離（距離＝H）である。

ノズルの中心軸がノズル入口を通る平面と交わる点を原点とし、ノズル入口から出口に向かう方向に x 軸を定義し、x 座標における三次関数曲線との距離を R とすると、三次関数曲線の式は例えば以下の式で表される。

$0 \leq x \leq H$  の場合

【0053】

【数 1】

$$\frac{R}{F/2} = \frac{E}{F} - \left( \frac{E}{F} - 1 \right) \cdot \frac{(x/G)^3}{(H/G)^3} \quad \dots (1)$$

【0054】

$H \leq x \leq G$  の場合

【0055】

【数 2】

$$\frac{R}{F/2} = \frac{E}{F} - \left( \frac{E}{F} - 1 \right) \cdot \frac{(1-x/G)^3}{(1-H/G)^3} \quad \dots (2)$$

【0056】

また、通路断面積を絞ると通路出口における乱れ度を減衰させることができる。縮流比（＝C）をノズル出口面積（＝R）に対するノズル入口面積（＝S）の割合（ $S/R$ ）で定義し、乱れ減衰比（＝J）をノズル入口での乱れ度（＝P）に対するノズル出口での乱れ度（＝Q）の割合（＝ $Q/P$ ）で定義すると、縮流比と乱れ度減衰比の間の関係は次式の関係がある。

【0057】

【数 3】

$$J = \frac{1}{C} \times \left\{ \frac{\frac{1}{C^2} + 2C}{3} \right\}^{1/2} \quad \dots (3)$$

【0058】

図 9（b）は上記式（3）から得られる縮流比と乱れ度減衰比の関係を表す曲線図である。

【0059】

本実施の形態では、縮流比を4として設計した。その時の乱れ減衰比Jは、上記の関係式(3)によれば0.4程度であり、実際に上流側から乱れ度20%の流れを与えた我々の実験においても、ノズル出口においての乱れ度は約8%の結果となっており、上流で発生した乱れ度を40%に低減することができた。

また、変曲点76の位置(H)は、本実施の形態の場合、 $H=0.3E$ とした場合に乱れを低減するのに最も効果的であった。

#### 【0060】

次に、流量測定装置1に関する基本的な動作について説明する。図6において、エアクリーナ2から流下して流量測定装置1に向かう空気は、一部は流れ34のように検出通路40内部に導入されて流量検出素子31の表面に沿って流れ、一部は流れ35のように検出通路40内部に一旦入った後検出通路40外部へ溢れ、一部は流れ36のように検出通路40外部をそのまま通過する。

流れ35が生じるのは、通路が縮流されている検出通路40内部を通過する際の流体抵抗が、障害物が何も存在しない検出通路40外部を通過する際の流体抵抗よりも大きいためである。

流れ35は流れ36と合流しながら検出通路40外部を流下し、また流れ34は流量検出素子31の表面に沿って流れ、検出通路40の導出口42において流れ36と合流してエンジン燃焼室内部へと流下していく。

#### 【0061】

ここでは、まず旋回流に対する流量検出誤差を主体として説明することとし、続いて偏流や乱れ度に対する流量検出誤差について説明する。まず、旋回流の動作についてのみ考えるために、吸気管20を流れる流速を吸気管20の中心軸に平行な速度と、吸気管20の中心軸に垂直な平面上の速度に分解し、後者のみを取り出して流量検出誤差との関係を説明する。

#### 【0062】

図10は検出通路の導入口41での吸気管20の中心軸と垂直な断面における旋回流の動作を説明するための図であり、図11はエアクリーナ出口より下流かつ流量測定装置より上流側における吸気管20の中心軸と垂直な断面における旋回流の動作を説明するための図である。



エアクリーナ 2 に固有の形状によっては、旋回流が上流側から見て時計回りあるいは反時計回りのものがあるが、ここでは上流側から見て時計回りの旋回流が生じた場合を想定して説明を行う。

## 【0063】

図 1 1 において、80 はエアクリーナで生じて流量測定装置に向かう旋回流を示す渦である。この渦 80 は柱状部材 33 があることによって分断され、図 1 0 で示される複数の渦 80 a、80 b へと分裂される。特に、柱状部材 33 の長手方向に開口している長形状の導入口 41 においては、破線で示される細長い渦 44 にまず分裂されるが、渦は略円形に回転する方がより安定であるという理由でさらに複数の小さな渦 80 b に分裂する。図 1 0 のように 4 個に分裂した渦 80 b は隣接する部分で速度が逆向きであるので渦の回転を弱めあう。その後、流れはなめらかな曲面で構成された検出通路 40 で徐々に絞られながら旋回成分を弱めることができる。

## 【0064】

ここで、縮流される際の旋回渦の動作について説明する。従来例において、円筒形状のベルマウスでは縮流される際に渦の回転が強まって円周方向に分布を偏らせ、流量測定誤差が生じることは前述した。本実施の形態における検出通路 40 においても、分裂した後の旋回渦 80 b が縮流される際に回転を強めようとする点では同じであるが、複数の渦が回転を強めながら、しかも隣接するという意味では大きく異なる。回転を強めると渦 80 b 同士の摩擦が強くなってお互いの回転エネルギーを弱める。さらに、縮流されていることによって旋回渦 80 b を小さくすることができる。また、渦の大きさと流体の粘性力が略釣り合う時の渦スケールをコロモゴルフスケールと呼び、流体力学では周知の事実である。つまり、渦のスケールを小さくすれば小さくするほど回転のエネルギーは流体の粘性によって熱エネルギーへ変換されることがわかっている。

つまり、流体導入口 41 を長細い形状すなわち縦長にして旋回渦 44 を分裂させ、仕切り等の無い空間である単一の検出通路 40 において分裂した旋回渦 80 b の回転数を上げながら隣接させてエネルギーを効率よく減衰させ、渦のスケールを小さくさせて渦の回転エネルギーを熱エネルギーへ変換させることで減衰さ

せ、さらに縮流によって偏流は矯正され、ノイズを低減させることができる。

従って、本実施の形態によれば、前述の図 9 のように風洞全体を縮流するノズルとは異なり、検出通路 4 0 内部の旋回流を効果的に抑制することができる。

#### 【0065】

また、略倍以上の装着部材 3 2 は、図 1 に示すように、検出通路 4 0 の長手方向の長さが絞られている絞り部を橋渡しするように構成されている。すなわち、装着部材 3 2 は流体の流れの方向に略沿いかつ流体導入口 4 1 の長手方向と略平行に延在するように配設されている。さらに別な言い方をすれば、図 6 (a) に示すように、装着部材 3 2 を上流側から見た場合、装着部材 3 2 の長手方向 8 2 は、検出通路 4 0 の長手方向 L と略一致している。なお、図 6 (a) において、8 1 は装着部材 3 2 の厚み方向を示し、8 2 は装着部材 3 2 の長手方向を示している。

#### 【0066】

次に、図 1 2 を用いて、装着部材 3 2 近傍の流れについて説明する。図 1 2 (a) は装着部材の長手方向 8 2 と検出通路の流体導入口の長手方向 L を一致させた場合、(b) は装着部材の長手方向 8 2 を流体導入口の長手方向 L と垂直にした場合をそれぞれ示している。まず、(a) において、流体導入口 4 1 において 4 個に分裂した旋回渦 8 0 b が縮流される際に旋回成分を弱め、合体して途中で 2 個になるが、装着部材 3 2 が検出通路 4 0 を長手方向に橋渡ししていることによって、装着部材 3 2 によって更に 4 個に分裂する。また、(b) においては、2 個に合体した渦が装着部材 3 2 によって分離される様子がわかる。(a) では、渦を分裂させるように装着部材 3 2 が配置されているので渦がさらに細分化されて旋回渦が隣接していることで旋回を弱めるが、(b) は元々 2 個に分裂している渦の間に装着部材 3 2 が配置されているので旋回渦を隣接させることができず、旋回を弱める方向には働かない。

このように、(a) の場合は分裂した渦どうしが接触しながら旋回を弱めるのに対し、(b) では渦が接触していないため、旋回成分を弱めることができない。つまり、装着部材 3 2 によって旋回を減衰させるためには、装着部材 3 2 を、(b) よりも (a) のように配置した場合の方が効果的であることが理解できる

この理由により、検出通路 40 内に仕切り板などを (b) の方向に設置した場合などでは、旋回渦を弱めることはできない。

#### 【0067】

なお、上記説明では、動作をわかりやすく説明するために、流体導入口 41 において旋回渦が例えば 4 個に分裂した場合について記載したが、特に限定しているわけではなく、任意の個数でよい。流体導入口 41 が長細い形状（縦長）であることを特徴としている本実施の形態においては、流体導入口で 2 個以上に分裂する場合に効果があり、3 個以上に分裂する場合に特に効果があることが本発明者らによって実験的に明らかにされており、流体導入口の縦横比（長手方向の長さ／短手方向の長さ）の値は略 2 以上であれば良く、略 3 以上であることが特に望ましい。なお、本実施の形態では略 4 とした。また、(b) において、装着部材 32 の直前において奇数個に合体している場合には、中央の渦は装着部材 32 によって分裂され、ある程度の旋回流低減効果は期待できる。

なお、装着部材 32 が絞り部 45 を完全に橋渡ししている場合について記載したが、完全に橋渡ししていない場合でもある程度の旋回流低減効果を得ることができる。

#### 【0068】

また、旋回渦を分裂させるという目的だけから考慮すると、装着部材 32 は検出通路 40 のさらに上流側から挿入しておけばよいと考えられるが、その場合は旋回流に対する効果は増すが、後述する偏流に対する効果が得られなくなってしまうため、むやみに上流から装着部材 32 を挿入すれば良いというものでもなく、本実施の形態のように検出通路 40 の下流側に設置することは、旋回流、偏流およびノイズに対する誤差をバランス良く低減するという意味において極めて重要である。

#### 【0069】

さらに、流量検出素子 31 を装着する装着部材 32 の少なくとも上流側端部すなわち前縁まで絞られることで、旋回流を含む流れが装着部材 32 の前縁に衝突した際に生じる剥離が生じにくくなり、流量検出素子 31 は安定した流量計測が

できる。ここでもし、装着部材 3 2 の少なくとも上流側端部すなわち前縁まで絞られていない場合は、装着部材 3 2 の前縁に到達した所で剥離が生じて乱れることとなり、この乱れた流れが検出部近傍に至り安定した流量計測ができない。

#### 【0 0 7 0】

ここで、装着部材 3 2 の前縁部における剥離について述べる。図 1 3 (a) は 2 次元形状である装着部材 3 2 を流れ 3 4 に沿って設置した場合、(b) は装着部材 3 2 を流れ 3 4 に対して  $\theta$  度傾斜させた場合における装着部材 3 2 近傍の流れの様子をそれぞれ模式的に示す横断面図である。(a) においては、装着部材 3 2 の前縁に衝突した流れ 3 4 は装着部材 3 2 表面上をなめらかに沿い、一般的に剥離は生じない。しかし、(b) の場合は装着部材 3 2 の前縁で衝突した流れは装着部材 3 2 の表面に完全に沿うことはできず、剥離領域 8 5 を生じる。図 1 4 は、旋回流が装着部材 3 2 に衝突した際の流れの様子を示す模式図である。図において、流れは、装着部材 3 2 が流れの向きに対して角度を持って衝突するため、装着部材 3 2 と流れのなす角が大きな前縁の一部において剥離領域 8 6 が生じる。剥離領域 8 6 から発生した不規則な渦 8 7 は流量検出素子 3 1 の表面上に沿って流れ、流量検出素子 3 1 は正確な流量検出が困難となる。

#### 【0 0 7 1】

ここで、検出通路が縮流されていることによる剥離抑制の効果について説明する。一般的に、流れが縮流されており、流れ方向に向かって流量が一定の場合は、通路が狭くなるにつれて流速は増加する。また、流れの速度と圧力には、

$$0.5 \times \rho v^2 + P = \text{const.}$$

( $\rho$  : 流体の密度、 $v$  : 流速、 $P$  : 圧力、const. : 一定)

で示されるベルヌーイの定理が成り立つ。つまり、流れが上流から下流に向かって徐々に縮流されるにつれて圧力が減少し、流れの運動エネルギーが増加することがわかる。つまり、縮流通路においては、剥離領域など、速度が停滞している流体は不安定となり、順次運動エネルギーへと変換される現象が発生する。言い換えれば、縮流通路に設置することで、流れの剥離している領域が減少するということである。

#### 【0 0 7 2】

よって、剥離によって流量精度が低下するという問題を防ぐために、本実施の形態では装着部材 3 2 の前縁部を検出通路 4 0 の絞られている部分に設置した。さらに、前縁部以外の後流側端部や流量検出素子を装着する部分などにおいても段差があることによる剥離や後流のカルマン渦などに見られるような剥離を生じる可能性があるため、装着部材 3 2 の全体を検出通路 4 0 の絞られている部分に設置することが望ましい。

## 【0 0 7 3】

続いて、偏流による流量検出誤差について説明する。図 1 5 は吸気管 2 0 に流量測定装置 1 を設置した場合の同一の流量における速度分布の違いを示した模式図であり、(a) は上流から比較的弱い偏流が来た場合、(b) はエアフィルタが目詰まりして強い偏流が来た場合である。吸気管 2 0 の中心軸における流速は (b) よりも (a) の方が速いことは明らかである。つまり、中心近傍の流速のみを検出するだけでは大きな流量誤差が生じることは言うまでもない。

本実施の形態では、検出通路 4 0 によって流れを縮流して平均化する構成としている。検出素子 3 1 の検出部である例えば流量検出用ダイアフラム 3 1 3 は、これが配置された検出通路における流体導入口 4 1 の長手方向に平行な方向の長さの midpoint の近傍に位置しているために、流体導入口 4 0 に流入した多くの流れは、検出部 3 1 3 に集められるため流量検出装置の上流に流速分布の変化が生じて、検出部 3 1 3 近傍の流速の変化はきわめて小さく、流量検出精度の低下が生じない。

このように、流量測定装置自身によって吸気通路が縮流されている構成とも相まって偏流が矯正され、流量検出誤差を減らすことができる。

## 【0 0 7 4】

続いて、乱れ度によるノイズについて説明する。図 1 6 は時間に対する流速の変化を示したものである。一般的に流れは時間に対して多少なりとも変動しており、平均流速成分と変動流速成分に分けて考えることができる。図において、9 0 は平均流速、9 2 は変動成分の標準偏差を示している。乱れ度が高い流れは、変動成分が大きいことを示し、つまり瞬時の流量検出誤差（ここではノイズとする）が大きいことを示している。内燃機関に使用する流量測定装置は、アクセル

ペダルを踏み込んだ場合などのように、流れが急加速する場合においても瞬時の流速を刻々と検出することが不可欠であるため、乱れ度を低減して瞬時の流量を正確に検出することは非常に重要であることが理解できる。

本実施の形態においては、検出通路 4 0 が縮流されているので、前述した乱れ度減衰比曲線に基づいて乱れ度が低減され、ノイズの少ない流量を計測することができる。

#### 【0 0 7 5】

検出通路 4 0 に旋回流が流入してきた場合の装着部材 3 2 前縁で剥離を防止するためには、その前縁部を検出通路 4 0 の絞られている部分に設置することが重要であることは前述した。ノイズに関しても同様のことが言え、剥離を抑制することは、不規則な渦の発生を抑制する、つまりノイズの発生を抑制することになる。さらに、装着部材 3 2 全体を検出通路 4 0 の絞られている部分に設置することで、装着部材 3 2 の後端および、流量検出素子 3 1 を装着する部分において剥離を抑制することができるので、装着部材 3 2 全体から発生するノイズを低減することができる、流量を正確に測定することができる。

#### 【0 0 7 6】

次に、略板状の装着部材 3 2 の形状について説明する。略板状の装着部材 3 2 としては様々の形状のものが用いられ、例えば図 1 7 (a) ～ (i) に示すような形状のものが用いられる。(a) は厚さ一定の板状装着部材である。(b) は楕円形の装着部材であり、上流側端部から下流側に向かって肉厚が増大する領域を有し、検出素子 3 1 は上記肉厚が増大している領域に配置されている。したがって、装着部材 3 2 の上流側端部から装着部材 3 2 の表面に沿う流れの剥離が抑制され、流量検出素子 3 1 表面を通過する流れがさらに安定することになるので、より精度良く流量を計測することができる。(c) は楕円形の装着部材の後端を斜めに切り落としたものであり、流れが沿う面の後端は流量検出素子 3 1 を装着する面が後端に向かって延長されるように構成されているものである。このように構成すると、上記剥離の抑制効果に加えて、流れが減速した場合に下流側に発生した渦が流量検出素子 3 1 を設置していない面へ回り込んで流量検出素子 3 1 表面に到達しないため、より精度よく流量を検出することができる。(d) は

平行四辺形、(e)は反りのない翼形、(f)は台形、(g)は菱形の装着部材であり、(d)および(f)はそれぞれ(c)の場合と同様の効果を得ることができる。(e)および(g)は流れに対して対称性を有するため、装着部材 3 2 の流量検出素子 3 1 がある面とない面の表面に沿う流れが対称となるので安定に流量を計測することができる。(h)は平行四辺形の装着部材の後端に切り欠きを設けたものであり、上記(c)の効果に加えて後述の切り欠きによる効果も得られる。(i)は(a)の板状装着部材 3 2 を流れに対して角度 $\alpha$ だけ傾斜させて配置したものであり、(c)の場合と同様の効果を得ることができる。

## 【0 0 7 7】

なお、切り欠きはどの装着部材 3 2 に適応してもよく、さらに、どの装着部材 3 2 を流れに対して傾斜させてもよい。

また、装着部材 3 2 を流れに対して傾斜させる場合は、流量検出素子 3 1 を装着している側面の流れが剥離を生じていなければよく、特に流量検出素子 3 1 を装着していない側面の流れは剥離していてもよい。つまり、角度 $\alpha$ は0度以上90度以下の範囲が含まれるが、主流の流れが流量検出素子 3 1 の表面上を安定して沿うという意味で角度 $\alpha$ が0度以上45度以下となるように傾斜させる場合の方が望ましい。

上記のような図 1 7 (a)～(i)で示した装着部材 3 2 は何れも、流れに対して傾斜させた場合も含めて流体の流れ方向に略沿うように配置されているといえる。

## 【0 0 7 8】

次に、装着部材 3 2 の後端に切り欠きを設けた場合の効果をわかりやすく説明するために、切り欠きを設けない場合と比較しながら説明する。図 1 8 は装着部材の後端に切り欠きを設けない場合の流れの様子を模式的に示す斜視図であり、図 1 9 は装着部材の後端に切り欠きを設けた場合の流れの様子を模式的に示す斜視図である。

図 1 8 で示す切り欠きを設けない場合は、装着部材 3 2 が二次元形状であるため、後端からは大規模かつ周期的な渦 3 4 1 が発生し、さらに後流では複数の離散的な渦 3 4 2 へと分裂して崩壊していく。これは、一般的な流体力学の資料に

記載されているケルビン・ヘルムホルツ不安定による周期的な渦や、特定レイノルズ数において二次元円柱の後流に発生するカルマン渦などである。この際、矢印 9 9 で見られるような、流れと垂直方向の流体振動が発生し、その影響で装着部材 3 2 表面上を沿う流れが振動し、流量検出誤差を生じる。

これに対して図 1 9 で示す切り欠きを設けた場合は、装着部材 3 2 の表面に沿う流れと裏側に沿う流れは、後端から徐々に合流するため、ケルビン・ヘルムホルツ不安定性による周期的な渦は細分化され、離散的な渦 3 4 3 を発生させる。

つまり、二次元的な装着部材 3 2 の後端を切り欠くことで、装着部材 3 2 において検出素子 3 1 がある面に沿う流れと検出素子 3 1 がない面に沿う流れが徐々に合流して細分化された渦 3 4 3 を発生させ、本来切り欠きを設けていない場合に発生していた大規模かつ周期的な渦 3 4 1 が発生するのを抑制して流体振動 9 9 が抑制されるので、装着部材 3 2 の表面に沿う流れの流体振動が抑制され、検出素子 3 1 は安定した流量を計測することができ、流量を精度良く計測することができる。

#### 【 0 0 7 9 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、流体が流れる流体通路すなわち吸気管 2 0 内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材 3 3 と、柱状部材 3 3 に設けられた検出通路 4 0 と、検出通路 4 0 内に配置された流量検出素子 3 1 とを備え、検出通路 4 0 の流体導入口 4 1 は長細い形状を有し、吸気管 2 0 内の流体の流れ方向に対向して配置され、検出通路 4 0 は長手方向において流体導入口 4 1 から流量検出体（装着部材 3 2）までの間で下流側に向かって実質的にめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも流体導入口 4 1 から流量検出体（装着部材 3 2）までの間が単一孔すなわち仕切り等により分離されていない空間であり、流量検出体は、流体の流れの方向に略沿いかつ流体導入口 4 1 の長手方向と略平行に延在するように配設された略板状の装着部材 3 2 の主表面に流量検出素子 3 1 が保持された構造をなしているので、長細い導入口 4 1 において旋回渦が分裂し、単一の検出通路 4 0 内部を縮流されながら通過する際に回転を強めながら隣接する旋回渦同士が摩擦により回転エネルギーを弱めつつ、また旋回渦のスケールを小さくすることができるので、旋回流の回転エネルギー



を弱めることができ、さらに縮流により偏流を矯正し、乱れ度を低減することができ、さらに装着部材 32 によって分裂した旋回渦はさらに回転エネルギーを弱め、さらに導入口から流量検出体までの間において剥離領域を低減することができるので、流量測定装置は精度良く、ノイズを少なく流量を計測することができる。

なお、本実施の形態では、流体導入口 41 から流量検出体（装着部材 32）までの間で徐々に絞られている場合について示したが、実質的になめらかに絞られていれば少々絞られていない平行な部分があってもよく、本実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0080】

なお、検出通路 40 は流体導入口 41 から流量検出体（装着部材 32）までの間が単一孔すなわち仕切り等により分離されていない空間であることが望ましいが、複数の分離されていてもよく、少なくとも装着部材 32 の上流側から装着部材 32 の上流側端部までの間が単一孔でしかも下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られている場合には、検出通路 40 内部のこの領域において、複数の旋回渦が縮流されながら通過する際に回転を強めながら隣接する旋回渦同士が摩擦により回転エネルギーを弱めつつ、また旋回渦のスケールを小さくすることができるので、旋回流の回転エネルギーを弱めることができ、さらに縮流により偏流を矯正し、乱れ度を低減することができ、さらに装着部材 32 によって分裂した旋回渦はさらに回転エネルギーを弱め、さらに装着部材 32 の上流側端部において、旋回流が衝突した際の剥離を防止することができるので、流量測定装置は精度良く、ノイズを少なく流量を計測することができる。

なお、装着部材 32 のすぐ近傍から絞られていても上記のような効果は期待できないので、装着部材 32 のある程度上流側から絞られている必要があるが、この場合にも、実質的になめらかに絞られていれば少々絞られていない平行な部分があってもよく、同様の効果を得ることができる。

#### 【0081】

また、本実施の形態では検出通路 40 は、流体通路である吸気管 20 の上流から下流へ向かう方向に直線的に貫通しているので、流れの変化を敏感に検出でき

る。

なお、本発明で言う流れ方向に貫通するとは、検出通路 4 0 の流体導入口 4 1 から見て流体導出口 4 2 が見える状態を言い、導出口 4 2 に若干の曲がり通路が含まれている場合でも、本実施の形態のように流れを直接導入し、流れの変化を敏感に計測するという特徴を損なわないものであれば、本発明に含まれる。

#### 【 0 0 8 2 】

また検出素子 3 1 の検出部である例えば流量検出用ダイヤフラム 3 1 3 は、装着部材 3 2 が配された検出通路 4 0 において、流体導入口 4 1 の長手方向の中心線の近傍に位置しているので、流体導入口 4 1 に流入した多くの流れは検出部に集められるため、流量検出装置の上流に流速分布の変化が生じても検出部近傍の流速の変化はきわめて小さく、流量検出精度の低下が生じ難い。

図 1 5 で示したように、吸気管 2 0 内の流れは、流体導入口 4 1 の短手方向よりも長手方向にわたって大きく偏った分布を持っているので、ダイヤフラム 3 1 3 は短手方向の中央に配置するよりも長手方向の中央に配置することが重要である。

つまり、流量検出体のダイヤフラム 3 1 3 は長手方向に絞ってある検出通路 4 0 の長手方向の中央近傍に設置していることが重要であり、装着部材 3 2 の長手方向を流体導入口 4 1 の長手方向と垂直に設置した図 1 2 (b) のような場合は、流量検出体のダイヤフラム 3 1 3 を短手方向の中央近傍に設置したことになり、流体導入口 4 1 の長手方向から流れを集めてきた効果は図 1 2 (a) の場合に対して劣ることになる。

#### 【 0 0 8 3 】

さらに、本実施の形態によれば、検出通路 4 0 は、導入口 4 1 の長手方向すなわち長辺が円筒状吸気管 2 0 の径方向に沿って配置され、かつ検出通路 4 0 における流体の流れ方向に直交する断面の中心位置が円筒状吸気管 2 0 における流体の流れ方向に直交する断面の中心位置と略一致するようにしたので、吸気通路の速度分布の変化が少ない中心近傍の流れを検出通路に導入することになるので、流量測定装置はより精度良く流量を計測することができる。

なお、吸気管 2 0 が楕円形状や四角形状等であり円筒形状でない場合には、導

入口 41 が吸気管 20 における流体の流れ方向に直交する面の略中央部に配置されていればよく、上記実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

## 【0084】

さらに、本実施の形態によれば、導入口 41 は曲面形状を有するので、導入口 41 から検出通路 40 へは流れがなめらかに導入されることになり、流量測定装置はより精度良く流量を計測することができる。

## 【0085】

さらに、本実施の形態によれば、図 7 および 8 で示したように、下流側に向かって徐々に絞られている検出通路 40 の内壁面は、流体導入口 41 と垂直かつ流体導入口 41 の長手方向と平行な任意の平面 83 と、内壁面との交線 84 の少なくとも一部が、実質的になめらかな線によって構成されており、このなめらかな線は、変曲点 50 を有する略連続的に構成された曲線であり、三次関数曲線または実質的に三次関数に近似できる曲線であるので、検出通路 40 内部を通過する流れはなめらかに縮流されることになり、流量測定装置はより精度良く流量を計測することができる。またさらに、変曲点 50 は、導入口の長辺の長さを  $L$  としたときに、検出通路の導入口から下流に向かって略  $0.3L$  の位置にあるので、検出通路 40 内部を通過する流れはより一層なめらかに縮流される。

なお、検出通路はテーパや、二次関数曲線などの単純な構成でも同様の効果を奏し、その場合はプラスチック成形する金型形状が単純であるという理由で一層のコストダウンを実現することができるが、偏流の矯正および乱れ度の低減に対しては、三次関数曲線が望ましい特性を示す。

## 【0086】

さらに、検出通路 40 は柱状部材 33 に設けられているため、エアクリーナ 2 や吸気管 20 の一部に流量測定装置 1 を取り付けるための台座 23 をあらかじめ設けておけば、流量測定装置 1 を任意の場所に引っかかることなく簡単にプラグインすることができる。また、エンジンへの搭載上の自由度を増大させることができる。また、流量測定装置 1 の補修、点検も容易である。また、自動車組み立てラインでの簡素化が図られ、生産性が上がることによるコストダウンを達成することができる。また、同等の耐偏流性を有する流量測定装置がハニカムや整流

格子等の整流部材なしで構成することができるので、部品コストの削減と、低圧力損失を実現することができる。

【0087】

また、検出通路の導入口41が本実施の形態のように長形状である場合と、流量測定装置1の上流側から見て略同一の投影断面積を持ち、同一の圧力損失を有する正形状である場合を比較してみると、後者の場合は導入口41が円形に近いという理由で旋回流を表す渦が図10で示したように複数に分裂せず、渦の回転を弱めるところか、図40で示したように回転半径が小さくなりながら縮流されることでさらに渦の回転を強め、検出通路40内部の流速分布を外側へ偏らせてしまい、中央近傍に設置されている流量検出素子31には大きな流量検出誤差が生じることが容易に理解できる。つまり、同一圧力損失を持つ流量測定装置1においては、長形状の導入口41を備える本実施の形態は流量検出誤差を低減するのに効果的であり、言い換えれば、流量検出誤差が同一の流量測定装置1においては、圧力損失を低減することができる。

このように、圧力損失を低減することができれば、例えば内燃機関の吸入空気流量計として用いる場合は、内燃機関により多くの空気を吸入させることができるので、内燃機関の出力を向上させることができる。

【0088】

また、検出通路40が流れ方向に貫通しているので、エンジンの吹き返し現象によって吸気管20内の流れが逆流したときにおいても、流量検出素子31が逆流検出可能なタイプであれば、検出通路40の導出口42から逆流した流れは、装着部材32に支持されている流量検出素子31に直接衝突するので逆流成分を敏感に検出することができる。

【0089】

また、本実施の形態はプラグイン方式について示したが、プラグイン方式に限定しなければ、検出通路40の流れ方向の長さを十分にとり、上流からの流れを緩やかに絞ることによって、検出通路40に一旦入った後外へ溢れていた流れ35を減少させることができるので、検出通路40内部へさらに多くの流れを導入することができ、さらに精度の良い流量測定ができることは言うまでもない。

## 【0090】

なお、上記実施の形態1では、柱状部材33を所定の形状にくりぬいて検出通路40とした場合について説明したが、これに限るものではなく、例えば別体で作成した検出通路40を薄板などで挟み込んで柱状部材を構成してもよいし、また検出通路40を長手方向に分割して別々に形成した後、合体させて柱状部材を構成してもよい。もちろん、上記以外の構成であってもよいのは言うまでもない。これは以降の各実施の形態においても同様である。

## 【0091】

実施の形態2.

図20は本発明の実施の形態2による流量測定装置を示す正面図である。図において、46はテーパ部であり、本実施の形態においては、検出通路40は、長細い導入口の短手方向の長さすなわち短辺の長さが導入口41から導出口42までの間で下流側に向かって徐々に短くなるように絞られている。すなわち、検出通路40の流れに直交する横断面形状は実施の形態1の図6(b)と比較して短辺方向の長さが下流側に向かって徐々に短くなっている。

## 【0092】

次に動作について説明する。ここでは、動作を分かり易く説明するために、実施の形態1と比較しながら説明を行う。図21は実施の形態1における検出通路の旋回による渦の様子を説明するための模式図であり、図22は実施の形態2における検出通路の旋回による渦の様子を説明するための模式図である。ここでは短辺方向を短くしたことによる差を明らかにするため、図21および図22で示したような一例を想定して説明する。図21において、検出通路40は導出口42に近づくとつれて検出通路40の長辺方向と短辺方向の長さが等しくなっていくため、導入口41で4個に分裂した渦80bは縮流される際に合体して個数が徐々に減少する。図21は検出通路40の流れ方向の中央近傍で2個の渦に合体し、また導出口42近傍で1個に合体した様子を示している。旋回流による渦の回転を弱めるためには渦を複数に分裂させて、なおかつ隣接する渦が速度を打ち消し合うことが重要であることは実施の形態1で前述した。

そこで図22に示す本実施の形態2では、検出通路40の長辺方向の長さ

辺方向の長さが共に徐々に短くなるように絞ったので、導出口 42 に近づくにつれて検出通路 40 の長辺方向と短辺方向の長さが等しくなっていくのが緩和され、導入口 41 で発生した複数の渦 80b は合体することなく常に隣接し、渦の回転速度は縮流されながら常に減衰しつつ、内部へ導入された流れは流量検出素子 31 の表面を流れる。

上記の作用は、実施の形態 1 においても、検出通路 40 内に流量検出体すなわち装着部材 32 自身が存在することによって、実質的には検出通路 40 が短辺方向に絞られているため、同様に期待できるのであるが、さらに、本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して検出通路 40 がより縮流されているので、内部へ導入された流れはより乱れ度が低減され、偏流はより矯正されて、流量検出素子 31 の表面を流れる。

#### 【0093】

本実施の形態による流量測定装置は以上のように構成したので、検出通路 40 の下流側の横断面も縦横比が等しくなっていくのが緩和され、旋回流による渦がより減衰されやすく、縮流比が高いため偏流はより矯正され、また縮流比が高いため乱れ度はより低減されることになり、より精度良く、よりノイズを少なく流量を計測することができる。

#### 【0094】

なお、本実施の形態では、短辺の長さが導入口 41 から導出口 42 までの間で下流側に向かって徐々に短くなるように絞られていたが、少なくとも装着部材 32 の上流側から装着部材 32 の上流側端部までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られていればよく、同様の効果を得ることができる。

#### 【0095】

また、本実施の形態では、検出通路 40 の短辺の長さを絞るために短辺側検出通路内壁面をテーパ 46 として構成したが、これに限るものではなく、実施の形態 1 で説明した長辺側検出通路内壁面と同様に二次関数あるいは三次関数に基づく曲面で構成してもよく、要は下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られていれば同様の効果を奏する。

さらに、実質的になめらかに絞られていれば少々絞られていない平行な部分があってもよいのは実施の形態 1 の場合と同様である。

#### 【0096】

実施の形態 3.

本実施の形態 3 は、定常流および脈動流において検出通路内部の流れを安定化し、かつ流量検出誤差をさらに低減するための構成に関するものである。図 2 3 は、本発明の実施の形態 3 による流量測定装置を示す斜視図である。図において、5 6 は検出通路の下流側端部において、柱状部材 3 3 の側壁に設けられた切り欠きである。

#### 【0097】

次に、切り欠き 5 6 を設けた場合の動作をわかりやすく説明するために、切り欠き 5 6 を設置しない場合と比較して説明する。図 2 4 は切り欠きを設けた場合の流れの様子を模式的に示す図、図 2 5 は切り欠きを設けない場合の流れの様子を模式的に示す図であり、流れの方向に沿って柱状部材を幅方向に切断して示している。

切り欠き 5 6 を設けない場合、つまり、2 つの流れ 3 4、3 6 が平板を介して合流する場合は、一般的な流体力学の本に記載されているようなケルビン・ヘルムホルツ不安定性により、図 2 5 に示すような大規模かつ周期的な渦 3 4 4 が発生して流れ 3 4 の進路を妨げながら、複数の離散的な渦 3 4 5 へと崩壊していく。

これに対して図 2 4 に示すように切り欠き 5 6 を設置した場合は、流れ 3 4、3 6 が合流する範囲を徐々に広げていくので、複雑かつ細分化された離散的な渦 3 4 6 が発生する。よって、流れ 3 4 の進路が妨げられる割合が抑制されるので流れ 3 4 の速度が低下することを抑制するので、検出通路にはより多くの流れが導入され、より精度良く流量を検出することができる。

また、切り欠き 5 6 がない場合は矢印 9 9 で示す方向に周期的な渦 3 4 4 が振動し、検出通路内部の流れには流体振動が発生する。しかし、切り欠きを設置した場合は渦が細分化されているので、周期的な渦は発生せず、検出通路内部の流体振動が抑制される。

【0098】

以上のように構成したので、本実施の形態による流量測定装置では、検出通路40内部を通過してきた流れ34と検出通路40外部を通過してきた流れ36は徐々に合流しながら、周期的な渦は細分化され、切り欠き56がない場合に生じていた、柱状部材33後流の検出通路40出口部近傍の周期的な渦344の発生を防止するので、検出通路40内部の流体振動は抑制されて、検出通路40内部の流れ34は安定化し、流量検出誤差が低減される。また、定常流および脈動流において、検出通路40下流側端部において発生する離散的な渦345によって検出通路40出口を妨げる割合が低減され、検出通路40の導入口41からはより多くの流れが内部へ導入されるので、より精度の良い流量計測が可能となる。

なお、切り欠き56の形状および設ける位置については図23に限定されるものではない。

【0099】

実施の形態4.

本実施の形態4は、切り欠き56の効果をさらに強める構成に関するものである。図26は、本発明の実施の形態4による流量測定装置を示す斜視図である。図において、58は切り欠き56の近傍で切り欠き56より上流側の検出通路の外壁に設けられた凸状段差である。図27は凸状段差を通り流れの方向に沿って柱状部材を幅方向に切断して流れの様子を説明する図である。

【0100】

定常流および脈動流において、検出通路40の導出口近傍には、流れが合流することによる周期的な渦が発生し、その周期的な渦を小さな渦へと細分化するには、検出通路40の下流側端部に切り欠き56を設ければ良いことは前述した通りである。特に脈動流においては、流速が時間的に変動するため、流れが合流する合流部においては、定常流の時よりも大規模かつ周期的な渦が発生し、検出通路導出口42近傍において検出通路40内部を通過してきた流れ34を妨げることがわかっている。前述したように切り欠き56を設置して渦を細分化する手段はある程度有効であるが、本実施の形態ではその渦を切り欠き56を通して検出通路40の外側へ強制的に吸い出すことにより渦の影響を大幅に低減する。



そこで、切り欠き 5 6 の上流側近傍の外壁に凸状段差 5 8 を設置すれば、検出通路 4 0 外部を通過してきた流れ 3 6 のうち、凸状段差 5 8 に衝突した流れは、急激な段差に追従できなくなって、凸状段差 5 8 の下流側において負圧を有する負圧領域 6 0 が発生する。この負圧領域 6 0 は検出通路 4 0 内部より低圧となるため、検出通路 4 0 内部で発生した渦が切り欠き 5 6 を介して検出通路 4 0 外部へ強制的に吸い出される。

このように、負圧領域 6 0 と切り欠き 5 6 の相乗効果によって、問題となる渦は細分化されつつ、検出通路 4 0 の外側へと吸い出されるので、検出通路導出口 4 2 で流れ 3 4 の進路を妨げていた渦はそのほとんどが取り除かれて検出通路 4 0 の通気抵抗が低減され、検出通路 4 0 には上流側からさらに広範囲からの流れを集めることができる。

#### 【 0 1 0 1 】

以上のように構成したので、本実施の形態 4 で示す流量測定装置は、検出通路導出口 4 2 で検出通路 4 0 内部を通過してきた流れ 3 4 と検出通路 4 0 外部を通過してきた流れ 3 6 が合流した際に発生し、細分化された渦が切り欠き 5 6 を通して検出通路 4 0 内部から外部へと吸い出されて、検出通路導出口 4 2 で流れ 3 4 を妨げていた渦が取り除かれ、検出通路 4 0 内部にはより多くの流れが導入されることになり、より精度良く、よりノイズを少なく流量を計測することができる。

#### 【 0 1 0 2 】

なお、凸状段差 5 8 は図 2 6 で示したような三角柱に限ったものではなく、後流に負圧領域 6 0 を発生させる任意の形状でもよく、平板、四角柱、さらには複数の円錐や三角錐形状等の突起などでも同様の効果を奏する。

#### 【 0 1 0 3 】

実施の形態 5.

図 2 8 は、本発明の実施の形態 5 による流量測定装置の要部を示し流れの方向に沿って柱状部材を幅方向に切断して流れの様子を説明する縦断面図である。本実施の形態では、検出通路 4 0 を構成する壁の少なくとも一部の外壁面すなわち図 2 8 では柱状部材 3 3 側壁の外壁面は流線形である。すなわち、柱状部材 3 3

の幅方向の肉厚は、その外壁面において導入口から下流側に向かって徐々に増加した後、徐々に減少するように構成されている。

また、図 2 9 は本実施の形態 5 の特徴を分かり易く説明するために、柱状部材 3 3 の外壁面における幅方向の肉厚を一定としたときの流れの様子を説明する図であり、流れの方向に沿って柱状部材 3 3 を幅方向に切断して示している。

#### 【0 1 0 4】

次に動作について説明する。実施の形態 1 で前述したように、流量測定装置を通過する流れには、検出通路 4 0 に一旦入った後外側へ溢れる流れ 3 5 があることは前述したとおりである。この流れ 3 5 は検出通路 4 0 の外部をそのまま通過する流れ 3 6 と合流するまでに急激に曲がらなければならない。その際、図 2 9 で示した構成では、流れが曲がりきれずに剥離領域 6 2 を発生させてしまう。しかし、本実施の形態 5 においては図 2 8 に示すように柱状部材 3 3 の外壁面における幅方向の肉厚を導入口から下流側に向かって徐々に増加させたので、検出通路 4 0 の外壁面に沿う流れはなめらかになって剥離領域 6 2 は生じにくい。同様に、また、柱状部材 3 3 の外壁面における幅方向の肉厚を下流側から導出口に向かって徐々に減少させる部分をつくることで、外壁面上の流れが剥離することを防止して、圧力損失を低下させることができる。

#### 【0 1 0 5】

以上のように構成されているので、本実施の形態 5 で示される流量測定装置は、検出通路 4 0 の外壁面に沿う流れはなめらかになって剥離が抑制されることになるので、圧力損失を低下させることができる。

圧力損失を低減することができれば、例えば内燃機関の吸入空気流量計として用いる場合は、内燃機関により多くの空気を吸入させることができるので、内燃機関の出力を向上させることができる。

#### 【0 1 0 6】

なお、柱状部材 3 3 の側壁の少なくとも一部の外壁面は、外側に膨らむ曲面またはテーパを有するものであればよく、図 3 0 (a) に示すようなアメリカの航空機の翼規格で知られる N A C A などの翼形状や楕円形などのなめらかな曲面の一部を取り出したものや、図 3 0 (b) に示すようなテーパを有するものであ

ても同様の効果を奏する。さらに、流線形とテーパを組み合わせたものであってもよい。なお、図 30 (a) (b) は共に流れの方向に沿って柱状部材を幅方向に切断して流れの様子を説明する縦断面図である。

#### 【0107】

実施の形態 6.

本実施の形態は、旋回流による検出誤差をさらに低減するための構成に関するものである。図 31 は、本発明の実施の形態 6 による流量測定装置を示す斜視図である。図において、64 は検出通路 40 の導入口 41 の近傍に設けられ上流側に向かって突出した突出体であり、導入口 41 の長辺に設けられた互いに並行な突出板状部材である。この板状部材 64 は図 32 (a) や (b) で示すように先端に行くほど肉厚が薄くなるテーパや曲面部が設けられ、板状部材 64 の内面間の距離が先端部に向かって徐々に大きくなるように構成されている。なお、図 32 (a) (b) は共に流れの方向に沿って柱状部材 33 を幅方向に切断して流れの様子を説明する縦断面図である。

#### 【0108】

次に動作について説明する。旋回流によって流量測定装置には検出誤差が生じることが実施の形態 1 で前述したとおりである。上流から検出通路 40 の導入口 41 に向かう流れは、突出板状部材 64 であらかじめ複数の渦に分裂された後、旋回流による渦の回転を弱めながら検出通路 40 の導入口 41 へ到達する。その後の動作は実施の形態 1 で説明したものと同一であるのでここでは説明を省略する。

#### 【0109】

以上のように構成したので、本実施の形態 6 で示す流量測定装置は、検出通路 40 の上流側に突出した突出体 64 において、予め旋回流による渦を分裂させて検出通路 40 の導入口 41 へ流れを誘導することができ、検出通路導入口 41 ではすでに旋回流による渦の回転がある程度弱められている。したがって、突出体 64 が無い実施の形態 1 の図 1 に示した構成に比べてその旋回渦の回転を検出通路の導入口 41 から導出口 42 に渡ってさらに弱めながら検出通路 40 内部へ導入することができるので、流量測定装置はより精度良く流量を計測することがで

きる。

さらに、突出体 6 4 は導入口 4 1 の長辺に設けられた互いに並行な板状部材であるので、旋回流による渦を確実に分断することができる。

さらに、突出体 6 4 は先端に行くほど肉厚が薄くなるテーパまたは曲面部を有するので、流体を安定して多く導入することができる。

#### 【0 1 1 0】

なお、板状部材 6 4 は本実施の形態で示したように、導入口 4 1 の長辺にあたる柱状部材 3 3 の側壁を上流側へ延長したものでなくてもよく、図 3 3 に示すように短辺を上流側へ延長した場合でも、旋回流による渦を予め複数の渦に分裂させておいてから検出通路 4 0 の導入口 4 1 まで流れを導入するという点においては同様であり、程度の差はあるにしても同様の効果を得ることができることに変わりはない。

#### 【0 1 1 1】

実施の形態 7.

なお、上記各実施の形態では何れも導入口 4 1 が長方形である場合について説明したが、長細い形状であればよく、例えば図 3 4 (a) ~ (f) に示したような形状であってもよい。図において、9 3 は短手方向、9 4 は長手方向をそれぞれ示している。実施の形態 1 に適用した場合には長手方向 9 4 の長さが少なくとも流量検出体（装着部材 3 2）の上流側から流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られ、実施の形態 2 に適用した場合には短手方向 9 3 の長さも同様に絞られる。なお、図において、9 5 は長手方向 9 4 の長さが絞られる場合の絞り部 4 5 の領域を示している。特に、(a) ~ (c) に示したように角が丸くなっている場合には導入口のみならず下流側まで絞り部全体にわたって角が丸く形成されてもよく、この場合にはプラスチック成形する金型形状が簡単になり、また、角部で剥離が生じにくく検出誤差が少なくなる。

#### 【0 1 1 2】

実施の形態 8.

図 3 5 は本発明の実施の形態 8 による流量測定装置の構成を示し、(a) は正

面図、（b）は縦断面図である。図において、88は円筒形流量検出素子であり、本実施の形態は、実施の形態1において流量検出体を装着部材32と流量検出素子31で構成したのを、円筒形流量検出素子88で構成したものである。円筒形流量検出素子88はセラミックパイプに感熱抵抗体である白金線をコイル状に巻き付けたものや、セラミックパイプに白金膜を着膜してスパイラルカットしたものが用いられる。円筒形流量検出素子88は流体の温度に対して所定の温度だけ昇温させており、円筒形流量検出素子88への加熱電流を流量信号として用いている。

本実施の形態においては、流量検出体の構成を実施の形態1における装着部材32と流量検出素子31の構成から円筒形流量検出素子88の構成に変えたのみで、他の構成は実施の形態1と同様である。

#### 【0 1 1 3】

このように構成することで、長細い導入口において旋回渦が分裂し、仕切り等により分離されていない空間である単一の検出通路内部を縮流されながら通過する際に回転を強めながら隣接する旋回渦同士が摩擦により回転エネルギーを弱めつつ、また旋回渦のスケールを小さくすることができるので、旋回流の回転エネルギーを弱めることができ、さらに縮流により偏流を矯正し、乱れ度を低減することができるので、さらに導入口41から円筒形流量検出素子88までの間において剥離領域を低減することができるので、流量測定装置は精度良く、ノイズを少なく流量を計測することができる。

なお、検出通路40は少なくとも流体導入口から円筒形流量検出素子88までの間が単一孔すなわち仕切り等により分離されていない空間であればよい。

なお、ここでは円筒形流量検出素子88としてポビン式センサー用いた場合について記載したが、特に限定しているわけではなく、通常の熱線流速計と基本原理を同一にした感熱式の流量センサーであれば同様の効果を奏する。

#### 【0 1 1 4】

なお、上記各実施の形態による流量測定装置は内燃機関の吸入空気量測定装置に限らず、通常の流量計としても使用することができる。

#### 【0 1 1 5】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明の第 1 の構成による流量測定装置は、流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間が単一孔であるので、長細い導入口において旋回渦が分裂し、単一の検出通路内部を縮流されながら通過する際に回転を強めながら隣接する旋回渦同士が摩擦により回転エネルギーを弱めつつ、また旋回渦のスケールを小さくすることができるので、旋回流の回転エネルギーを弱めることができ、さらに縮流により偏流を矯正し、乱れ度を低減することができ、さらに導入口から流量検出体までの間において剥離領域を低減することができるので、流量測定装置は精度良く、ノイズを少なく流量を計測することができる。

## 【0 1 1 6】

本発明の第 2 の構成による流量測定装置は、流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流量検出体の上流側から流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、上記流量検出体は、流体の流れの方向に略沿いかつ上記流体導入口の長手方向と略平行に延在するように配設された略板状の装着部材の主表面に流量検出素子が保持された構造をなしているため、長細い導入口において旋回渦が分裂し、検出通路内部を縮流されながら通過する際に回転を強めながら隣接する旋回渦同士が摩擦により回転エネルギーを弱めつつ、また旋回渦のスケールを小さくすることができるので、旋回流の回転エネルギーを弱めることができ、さらに縮流により偏流を矯正し、乱れ度を低減することができ、さらに装着部材によって分

裂した旋回渦はさらに回転エネルギーを弱め、さらに装着部材の上流側端部において、旋回流が衝突した際の剥離を防止することができるので、流量測定装置は精度良く、ノイズを少なく流量を計測することができる。

## 【0 1 1 7】

本発明の第 3 の構成による流量測定装置は、流体が流れる流体通路内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材と、該柱状部材に設けられた検出通路と、該検出通路内に配置された流量検出体とを備えたものであって、上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間が単一孔であり、上記流量検出体は、流体の流れの方向に略沿いかつ上記流体導入口の長手方向と略平行に延在するように配設された略板状の装着部材の主表面に流量検出素子が保持された構造をなしているので、長細い導入口において旋回渦が分裂し、単一の検出通路内部を縮流されながら通過する際に回転を強めながら隣接する旋回渦同士が摩擦により回転エネルギーを弱めつつ、また旋回渦のスケールを小さくすることができるので、旋回流の回転エネルギーを弱めることができ、さらに縮流により偏流を矯正し、乱れ度を低減することができるので、さらに装着部材によって分裂した旋回渦はさらに回転エネルギーを弱め、さらに導入口から流量検出体までの間において剥離領域を低減することができるので、流量測定装置は精度良く、ノイズを少なく流量を計測することができる。

## 【0 1 1 8】

本発明の第 4 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 3 のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、上記流体通路の上流から下流へ向かう方向に略直線的に貫通しているので、流れの変化を敏感に検出できる。

## 【0 1 1 9】

本発明の第 5 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 4 のうちの何れかの構成において、上記流体導入口の長手方向の長さは短手方向の長さの略 2 倍以上であるので、導入口で旋回流による渦が分裂し流下しながら旋回成分を弱める効

果がより顕著となる。

【0 1 2 0】

本発明の第 6 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 5 のうちの何れかの構成において、上記下流側に向かって絞られている検出通路の内壁面は、流体導入口と垂直かつ流体導入口の長手方向と平行な任意の平面と、上記内壁面との交線の少なくとも一部が、実質的になめらかな曲線によって構成されているので、検出通路内部を通過する流れはなめらかに縮流されることになり、より精度良く流量を計測することができる。

【0 1 2 1】

本発明の第 7 の構成による流量測定装置は、上記第 6 の構成において、上記なめらかな曲線は、変曲点を有する略連続的に構成された曲線であるので、検出通路内部を通過する流れはよりなめらかに縮流されることになり、より精度良く流量を計測することができる。

【0 1 2 2】

本発明の第 8 の構成による流量測定装置は、上記第 7 の構成において、上記変曲点を有する略連続的に構成された曲線は、三次関数曲線または実質的に三次関数に近似できる曲線であるので、検出通路内部を通過する流れはよりなめらかに縮流されることになり、より精度良く流量を計測することができる。

【0 1 2 3】

本発明の第 9 の構成による流量測定装置は、上記第 7 または 8 の構成において、上記変曲点は、流体導入口の長辺の長さを  $L$  としたときに、検出通路の導入口から下流に向かって略  $0.3L$  の位置にあるので、検出通路内部を通過する流れはより一層なめらかに縮流されることになり、より精度良く流量を計測することができる。

【0 1 2 4】

本発明の第 10 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、少なくとも上記流量検出体の上流側端部まで絞られているので、検出通路内部を通過してきた流れが流量検出体に衝突した際に生じる剥離が抑制されて、流量検出素子表面を通過する流れが安定すること



になり、より精度良く流量を計測することができる。

【0125】

本発明の第11の構成による流量測定装置は、上記第1ないし6のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、少なくとも上記流量検出体の検出素子まで絞られているので、流量検出体表面を通過する流れがさらに安定することになり、より一層精度良く流量を計測することができる。

【0126】

本発明の第12の構成による流量測定装置は、上記第1ないし6のうちの何れかの構成において、上記流体導入口は曲面形状を有するので、導入口から検出通路へは流れがなめらかに導入されることになり、より精度良く流量を計測することができる。

【0127】

本発明の第13の構成による流量測定装置は、上記第1ないし6のうちの何れかの構成において、上記検出通路は、上記流体導入口の短手方向において少なくとも流量検出体の上流側から流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られているので、検出通路の下流側の横断面も長手方向と短手方向の長さの比が等しくなるのを緩和でき、旋回流による渦がより減衰されやすく、縮流比が高いため偏流はより矯正され、縮流比が高いため乱れ度はより低減されることになり、より精度良く、よりノイズを少なく流量を計測することができる。

【0128】

本発明の第14の構成による流量測定装置は、上記第1ないし6のうちの何れかの構成において、上記検出通路を構成する壁の下流側端部に切り欠きを有するので、検出通路導出口における検出通路内部を通過してきた流れと検出通路外部を通過してきた流れの合流がなめらかになって発生する渦を細分化し、流体振動が抑制され、検出通路内部の流れを安定化することになる。その結果、より精度良く、よりノイズを少なく流量を計測することができる。

【0129】

本発明の第15の構成による流量測定装置は、上記第14の構成において、上

記切り欠きの近傍で切り欠きより上流側の検出通路外壁に凸状段差を有するので、検出通路の導出口で検出通路内部を通過してきた流れと検出通路外部を通過してきた流れが合流した際に発生し細分化された渦が、切り欠きを通して検出通路内部から外部へと吸い出されて、検出通路導出口で流れを妨げていた渦が取り除かれ、検出通路内部にはより多くの流れが導入されることになり、より精度良く、よりノイズを少なく流量を計測することができる。

## 【 0 1 3 0 】

本発明の第 1 6 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記検出通路を構成する壁の少なくとも一部の外壁面は、外側に膨らむ曲面またはテーパを有するものであるもので、検出通路の外壁面に沿う流れがなめらかになって剥離が抑制されることになり、圧力損失を低下させることができる。

## 【 0 1 3 1 】

本発明の第 1 7 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記流体導入口の近傍に上流側に向かって突出した突出体を有するので、導入口に向かう流れは、旋回流による渦が突出体であらかじめ複数に分断されてから導入口に到達し、渦の回転を弱めてから検出通路内部に導入されることになる。その結果、より精度良く流量を計測することができる。

## 【 0 1 3 2 】

本発明の第 1 8 の構成による流量測定装置は、上記第 1 7 の構成において、流体導入口は略長形状であり、上記突出体は上記流体導入口の長辺および短辺の少なくとも一方に設けられた互いに略平行な板状部材であるので、旋回流による渦を確実に分断することができ、より精度良く流量を計測することができる。

## 【 0 1 3 3 】

本発明の第 1 9 の構成による流量測定装置は、上記第 1 7 または 1 8 の構成において、上記突出体は上流側に行くほど肉厚が薄くなるテーパまたは曲面部を有するので、流体を安定して多く導入することができ、より精度良く流量を計測することができる。

## 【 0 1 3 4 】

本発明の第 2 0 の構成による流量測定装置は、上記第 1 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記柱状部材は流体通路の側壁に形成された孔より上記流体通路に挿入されるので、プラグイン吸気系への取り付けが簡素化されてエンジンルームの省スペース化および自動車組立ラインの高効率化を達成することができる。

【 0 1 3 5 】

本発明の第 2 1 の構成による流量測定装置は、上記第 2 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記装着部材は上流側端部から下流側に向かって肉厚が増大する領域を有し、流量検出素子は上記肉厚が増大している領域に配置されているので、装着部材の上流側端部から装着部材の表面に沿う流れの剥離が抑制され、流量検出素子表面を通過する流れがさらに安定することになり、さらにより一層精度良く流量を計測することができる。

【 0 1 3 6 】

本発明の第 2 2 の構成による流量測定装置は、上記第 2 ないし 6 のうちの何れかの構成において、上記装着部材は下流側端部に切り欠きを有するので、検出素子がある面に沿う流れと検出素子がない面に沿う流れが徐々に合流し発生する渦が細分化され、装着部材の表面に沿う流れの流体振動が抑制され、検出素子は安定した流量を計測することができ、流量を精度良く計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 による流量測定装置を示す斜視図である。

【図 2】 実施の形態 1 に係る流量検出素子の一例の構成を示す平面図である。

【図 3】 本発明の実施の形態 1 に係る流量検出素子の別の例の構成を示し、（a）は平面図、（b）は（a）の I－I 線断面図である。

【図 4】 図 3 の流量検出素子に用いられる回路を示す図である。

【図 5】 図 3 の流量検出素子で得られる流量と測温抵抗の関係を示す図である。

【図 6】 実施の形態 1 による流量測定装置の構成および動作を示し、（a）は正面図、（b）は縦断面図である。

【図 7】 実施の形態 1 に係る検出通路内壁面の形状の一例を説明するための斜視図である。

【図 8】 実施の形態 1 に係る検出通路内壁面の形状の別の例を説明するための斜視図である。

【図 9】 実施の形態 1 に係り、(a) は一般的な風洞試験で使用する縮流ノズルの輪郭線およびその動作を説明する図、(b) は縮流比と乱れ度減衰比の関係を示す曲線図である。

【図 10】 実施の形態 1 に係り、検出通路の導入口での吸気管の中心軸と垂直な断面における旋回流の動作を説明するための図である。

【図 11】 実施の形態 1 に係り、エアクリーナ出口より下流側かつ流量測定装置より上流側での吸気管の中心軸と垂直な断面における旋回流の動作を説明するための図である。

【図 12】 実施の形態 1 に係り、装着部材近傍の流体の流れを説明する図であり、(a) は実施の形態 1 のように装着部材の長手方向と検出通路の流体導入口の長手方向を一致させた場合、(b) は比較のために装着部材の長手方向を流体導入口の長手方向と垂直にした場合を示す。

【図 13】 実施の形態 1 に係り、装着部材近傍の流体の流れを説明する図であり、(a) は 2 次元形状である装着部材の流れに沿って設置した場合、(b) は装着部材の流れに対して  $\theta$  度傾斜させた場合を示す。

【図 14】 実施の形態 1 に係り、旋回流が装着部材 32 に衝突した際の流れの様子を示す模式図である。

【図 15】 実施の形態 1 に係り、吸気管に流量測定装置を設置した場合の同一の流量における速度分布の違いを示した模式図であり、(a) は上流からの偏流分布があまり偏っていない場合、(b) はエアフィルタが目詰まりして偏流の分布が大きく変わった場合を示す。

【図 16】 実施の形態 1 に係り、時間に対する流速の変化を示した説明図である。

【図 17】 実施の形態 1 に係る装着部材の形状を示す斜視図である。

【図 18】 実施の形態 1 に係り、装着部材の後端に切り欠きを設けない場

合の流れの様子を模式的に示す斜視図である。

【図 1 9】 実施の形態 1 に係り、装着部材の後端に切り欠きを設けた場合の流れの様子を模式的に示す斜視図である。

【図 2 0】 本発明の実施の形態 2 による流量測定装置を示す正面図である。

【図 2 1】 実施の形態 1 における検出通路の旋回による渦の様子を説明するための模式図である。

【図 2 2】 実施の形態 2 における検出通路の旋回による渦の様子を説明するための模式図である。

【図 2 3】 本発明の実施の形態 3 による流量測定装置を示す斜視図である。

【図 2 4】 実施の形態 3 に係り、切り欠きを設けた場合の流れの様子を模式的に示す図である。

【図 2 5】 実施の形態 3 に係り、切り欠きを設けない場合の流れの様子を模式的に示す図である。

【図 2 6】 本発明の実施の形態 4 による流量測定装置を示す斜視図である。

【図 2 7】 実施の形態 4 に係り、凸状段差を通り流れの方向に沿って柱状部材を切断して流れの様子を説明する図である。

【図 2 8】 本発明の実施の形態 5 による流量測定装置の要部を示し流れの方向に沿って柱状部材を幅方向に切断して流れの様子を説明する縦断面図である。

【図 2 9】 実施の形態 5 に係り、柱状部材の外壁面における幅方向の肉圧を一定としたときの流れの様子を説明する図である。

【図 3 0】 実施の形態 5 に係り、柱状部材の外壁面の形状の変形例を説明する縦断面図である。

【図 3 1】 本発明の実施の形態 6 による流量測定装置を示す斜視図である。

【図 3 2】 実施の形態 6 に係り、突出体の形状を示す断面図である。

【図 3 3】 実施の形態 6 に係り、突出体の変形例を示す斜視図である。

【図 3 4】 本発明の実施の形態 7 に係る流体導入口の形状を示す平面図である。

【図 3 5】 本発明の実施の形態 8 による流量測定装置の構成を示し、(a) は正面図、(b) は縦断面図である。

【図 3 6】 一般的な自動車エンジンの吸気システムの構成を模式的に示す断面図である。

【図 3 7】 塵埃がエアフィルタに堆積した場合の空気の流れる様子を説明するための模式図である。

【図 3 8】 エアクリーナの一例を示し、(a) は上面図、(b) は側面図である。

【図 3 9】 従来例 1 による流量測定装置の構成を示す断面図である。

【図 4 0】 従来例 1 による旋回流の動作を説明するための図である。

【図 4 1】 従来例 2 による流量測定装置を示す縦断面図である。

【図 4 2】 図 4 1 を上流側から見た正面図である。

【図 4 3】 従来例 2 による別の流量測定装置を示す縦断面図である。

【図 4 4】 従来例 3 による流量測定装置を示す縦断面図である。

【図 4 5】 図 4 4 の A-A 線に沿った断面図である。

#### 【符号の説明】

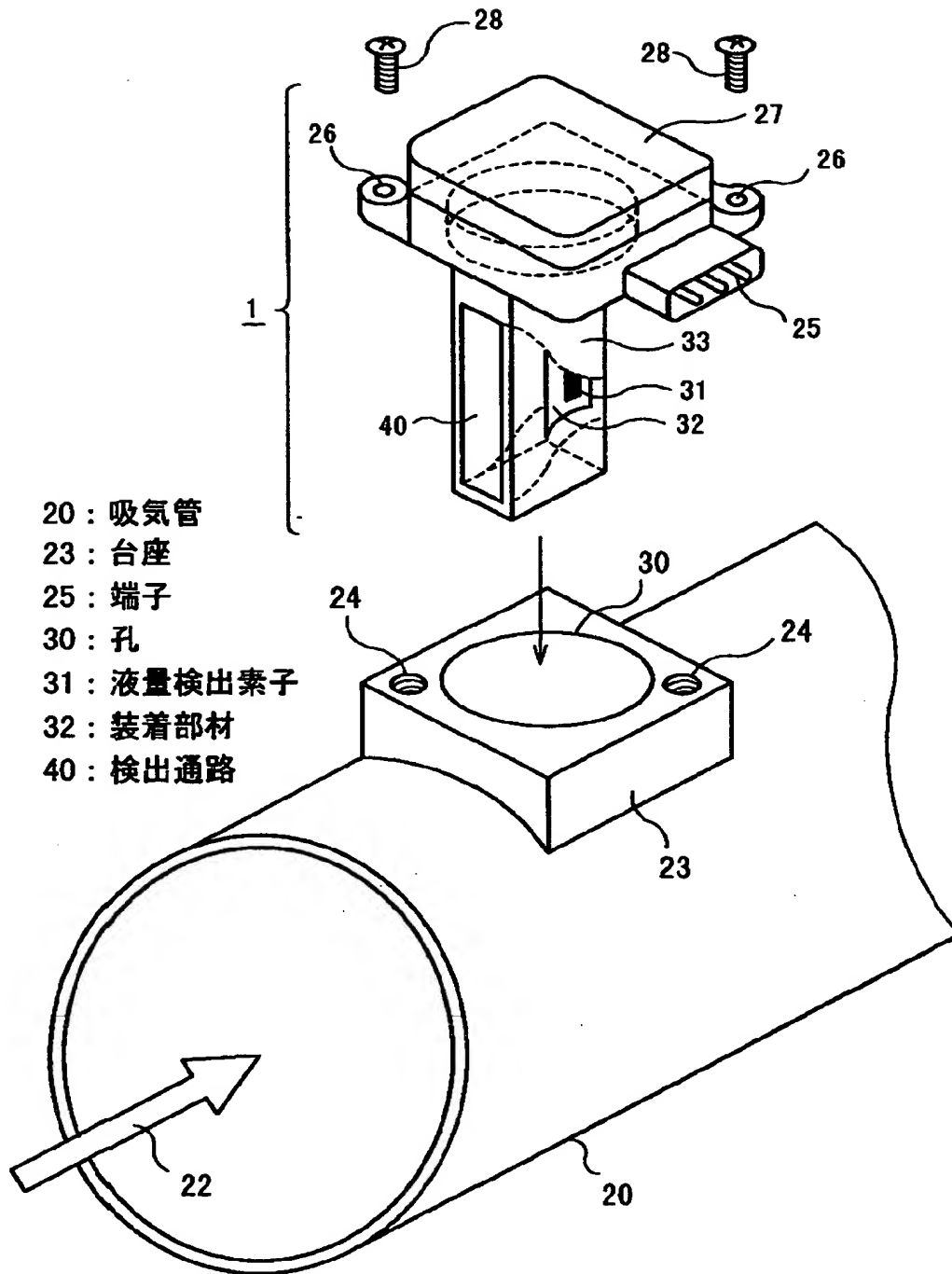
1 流量測定装置、2 エアクリーナ、2 a エアクリーナの入口、2 b エアクリーナの出口、3 エアフィルタ、4 吸入空気、5 塵埃、6 ベルマウス、7 スロットルバルブ、8 サージタンク、9 a 吸気マニホールド、9 b 排気マニホールド、10 a 吸気バルブ、10 b 排気バルブ、11 エンジン燃焼室、12 配線、13 a、13 b、13 c エアクリーナ内の流れ、14 a、14 b、14 c エアクリーナ内の流れ、20 吸気管、22 空気の流れ方向を示す矢印、23 台座、24、26 取り付け用の孔、25 端子、27 カバー、29 オリング、30 孔、31 流量検出素子、32 装着部材、33 柱状部材、34、35、36 吸気管内の流れ、40 検出通路、41 導入口、42 導出口、44 細長い渦、45 検出通路の絞り部、46

検出通路のテーパ部、5 6 切り欠き、5 8 凸状段差、6 0 負圧領域、6 2、8 5、8 6 剥離領域、6 4 突出板状部材、8 0，8 0 a、8 0 b 旋回渦、8 8 円筒型流量検出素子。

【書類名】

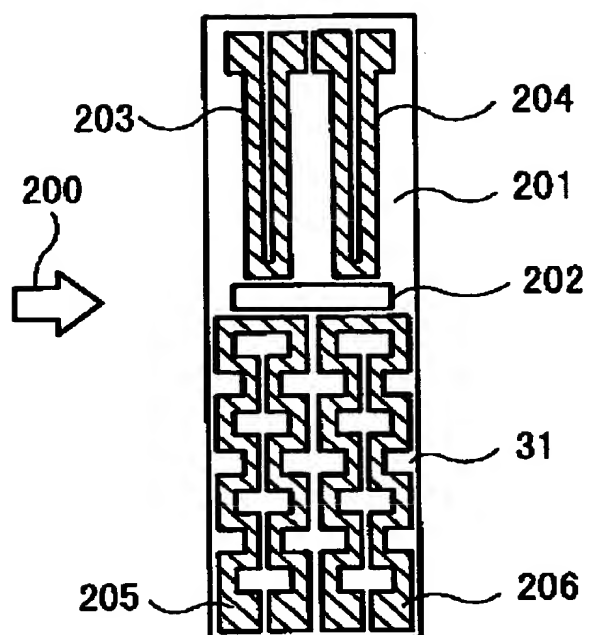
図面

【図 1】





【図 2】



200 : 通常の空気の流れ方向

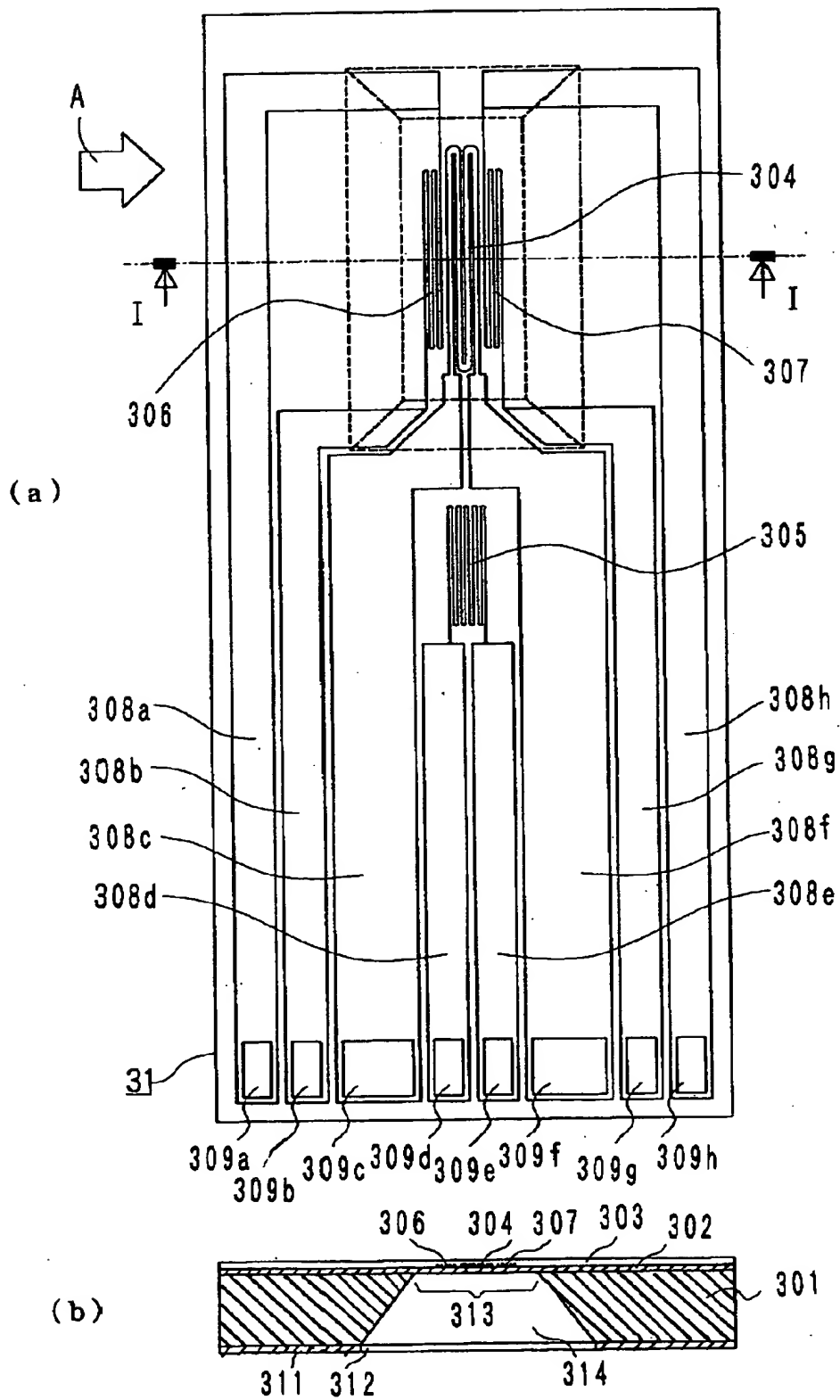
201 : 基板

202 : 断熱孔

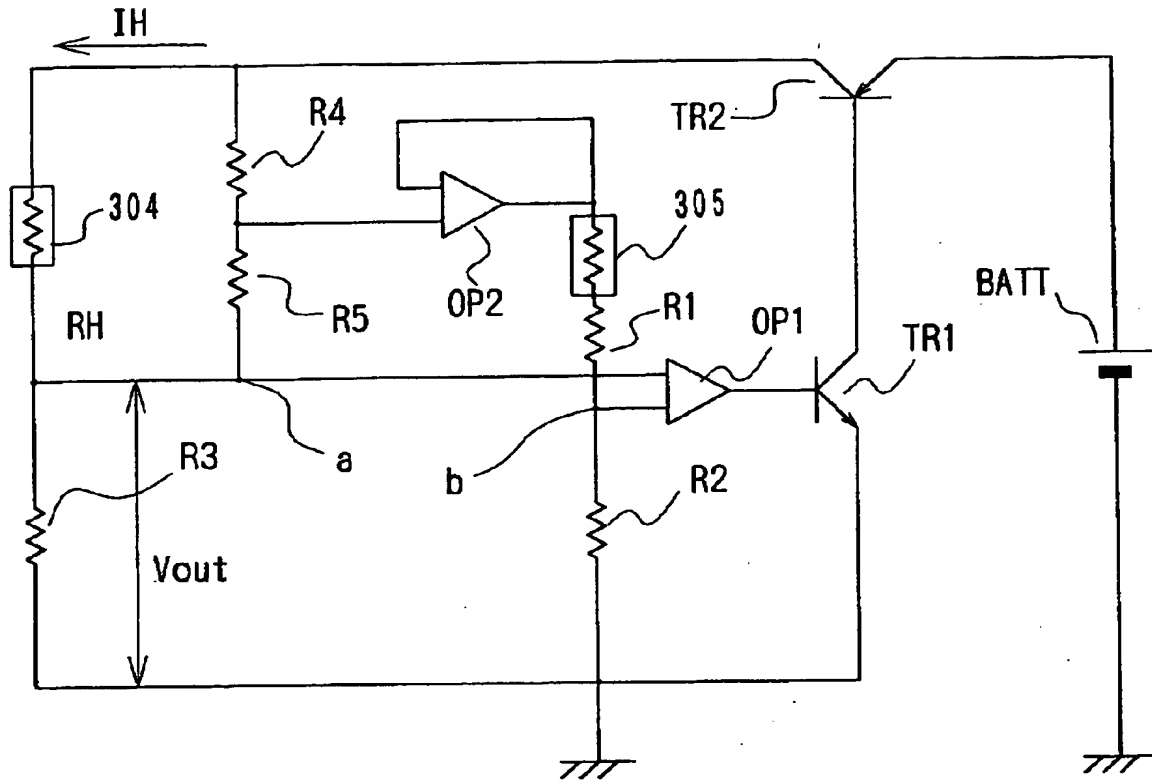
203, 204 : 発熱抵抗体

205, 206 : 温度補償用抵抗体

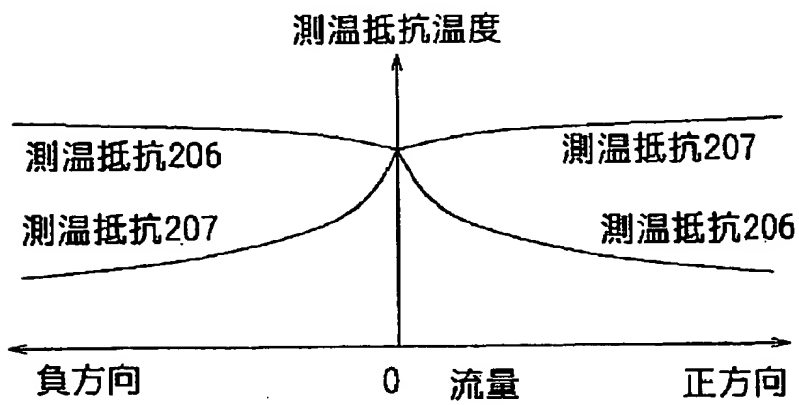
【図 3】



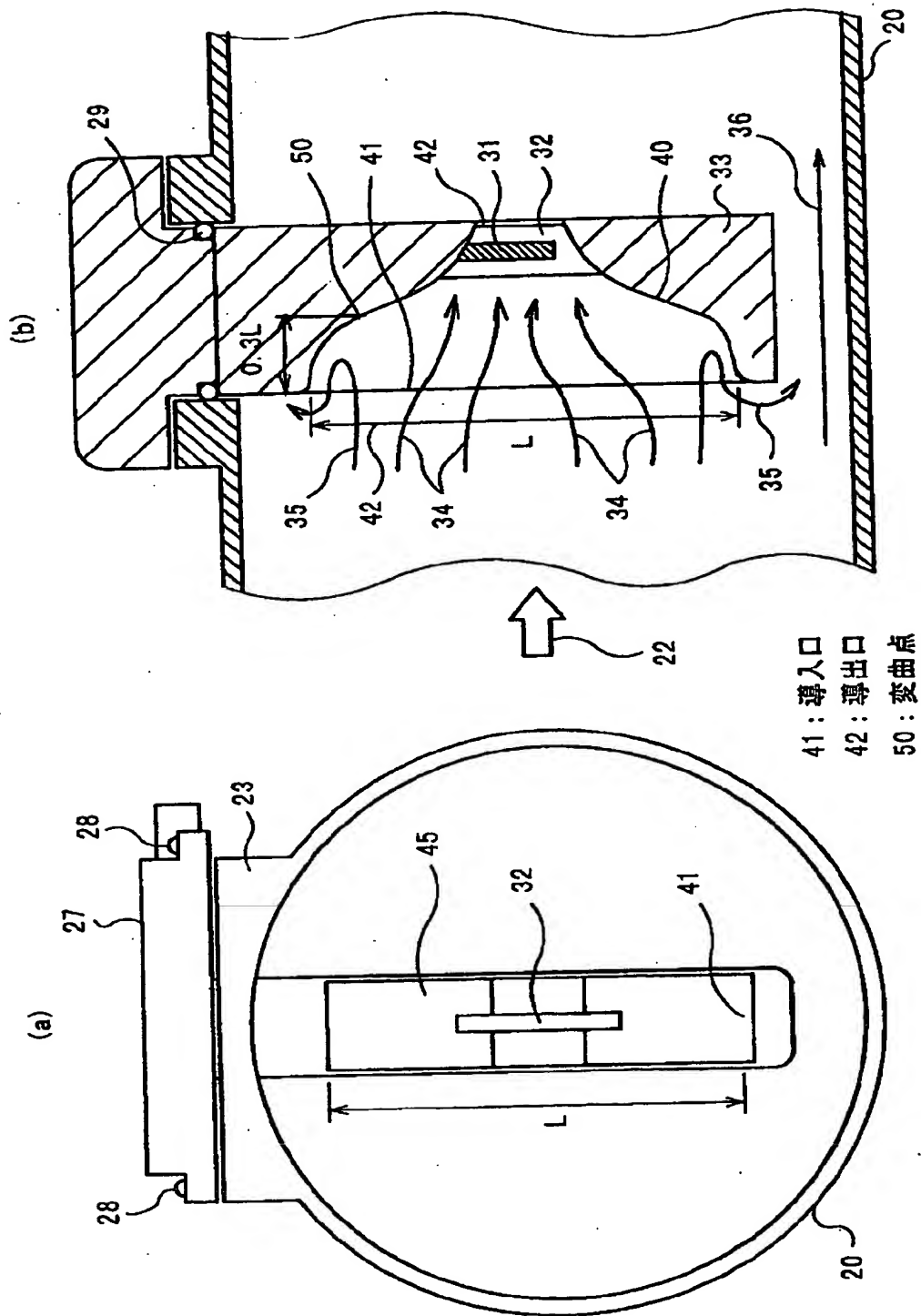
【図 4】



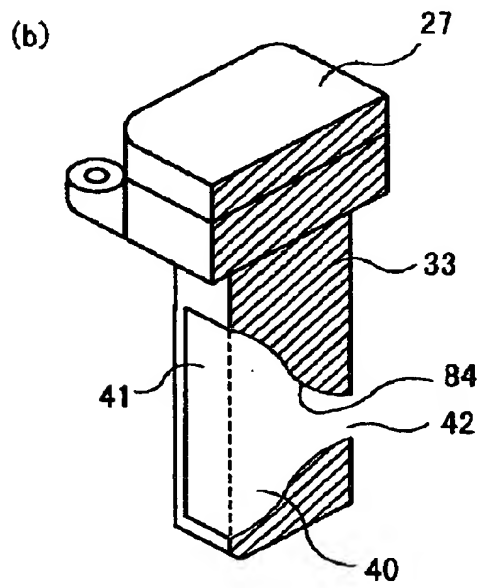
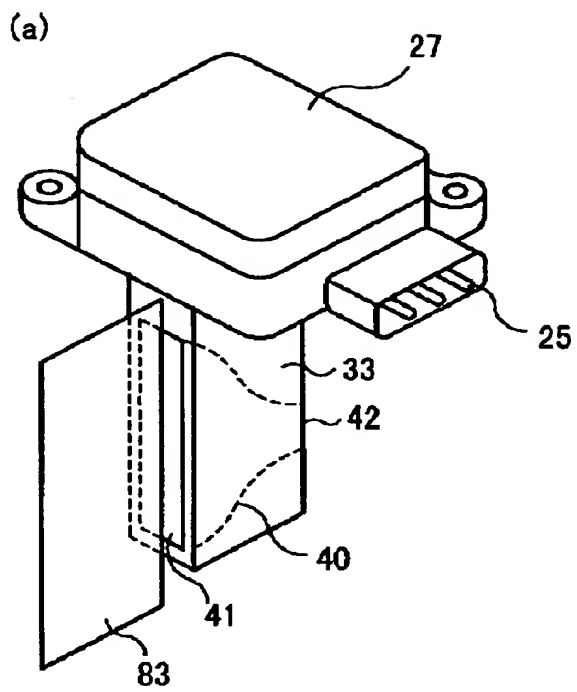
【図 5】



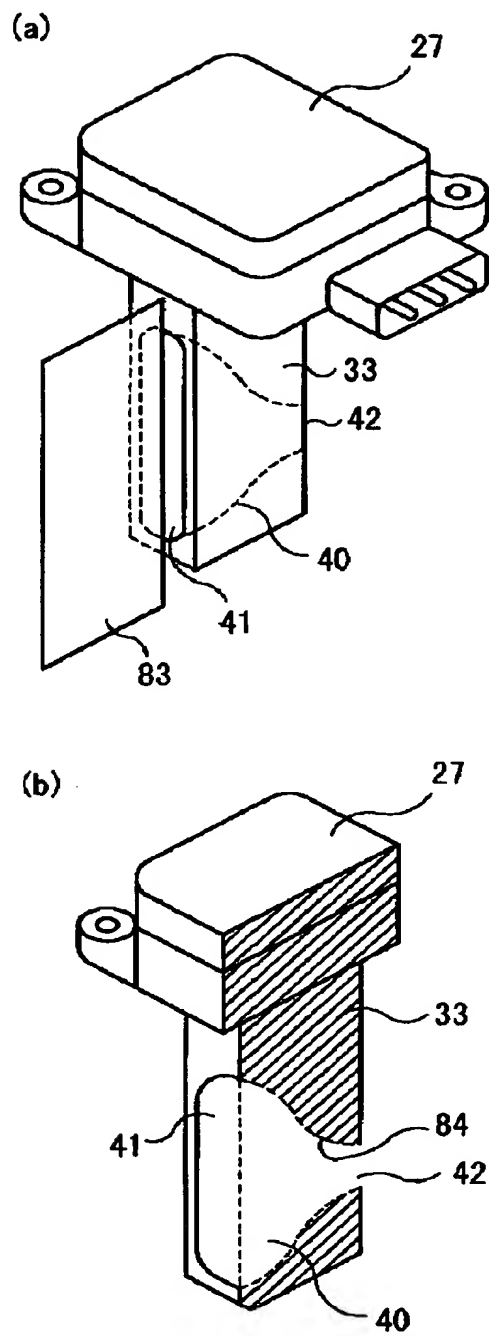
【图 6】



【図 7】

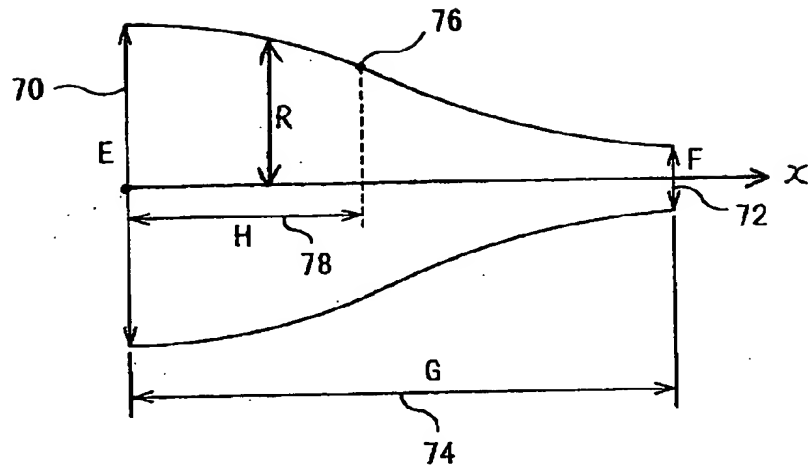


【図 8】



【図 9】

(a)



70 : 入口側ノズル寸法

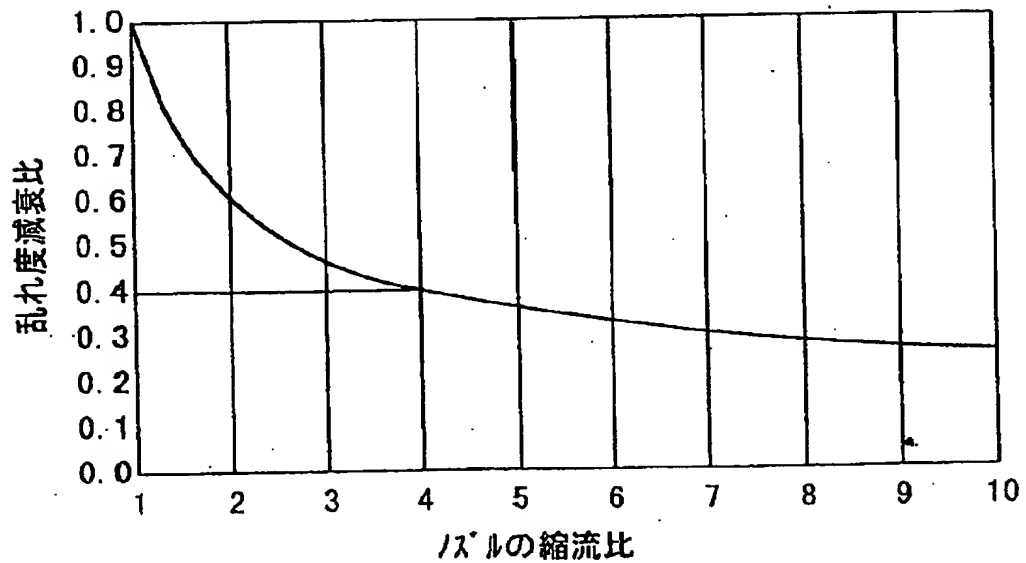
72 : 出口側ノズル寸法

74 : ノズルの流路軸方向距離

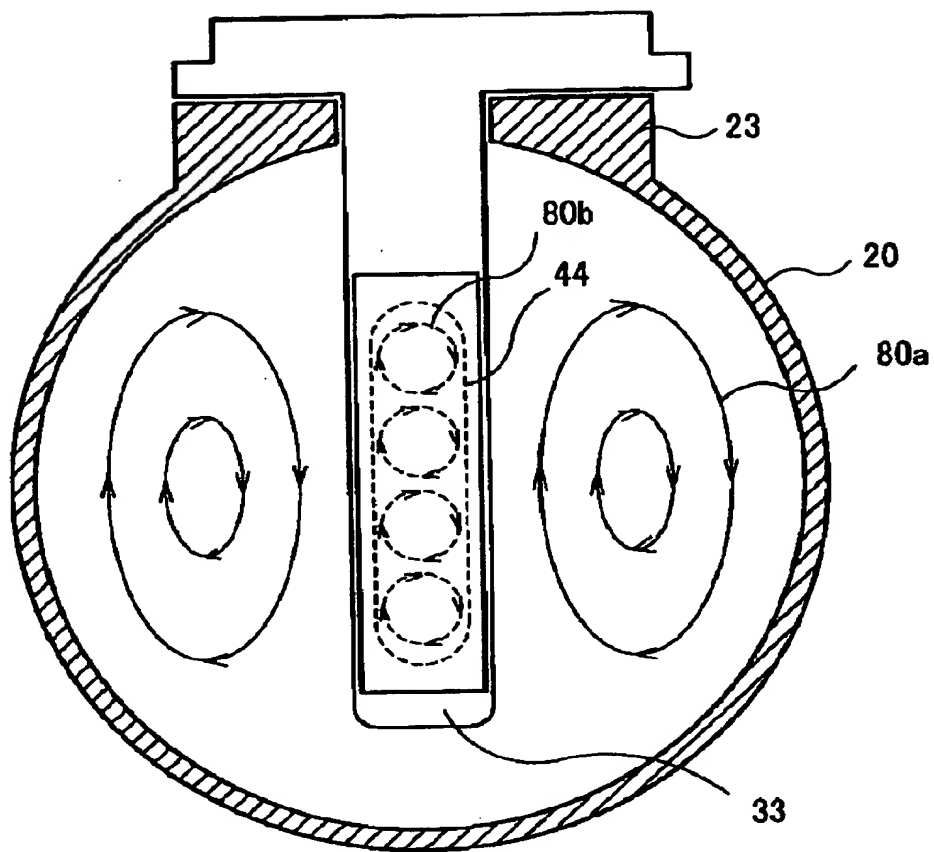
76 : 変曲点

78 : ノズル入口から変曲点までの流れ方向距離

(b)



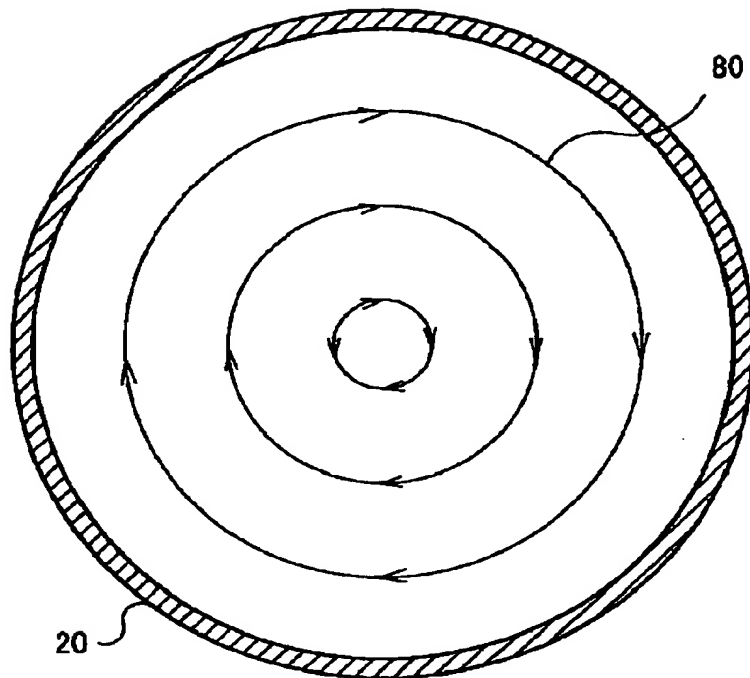
【図 10】



44 : 細長い渦

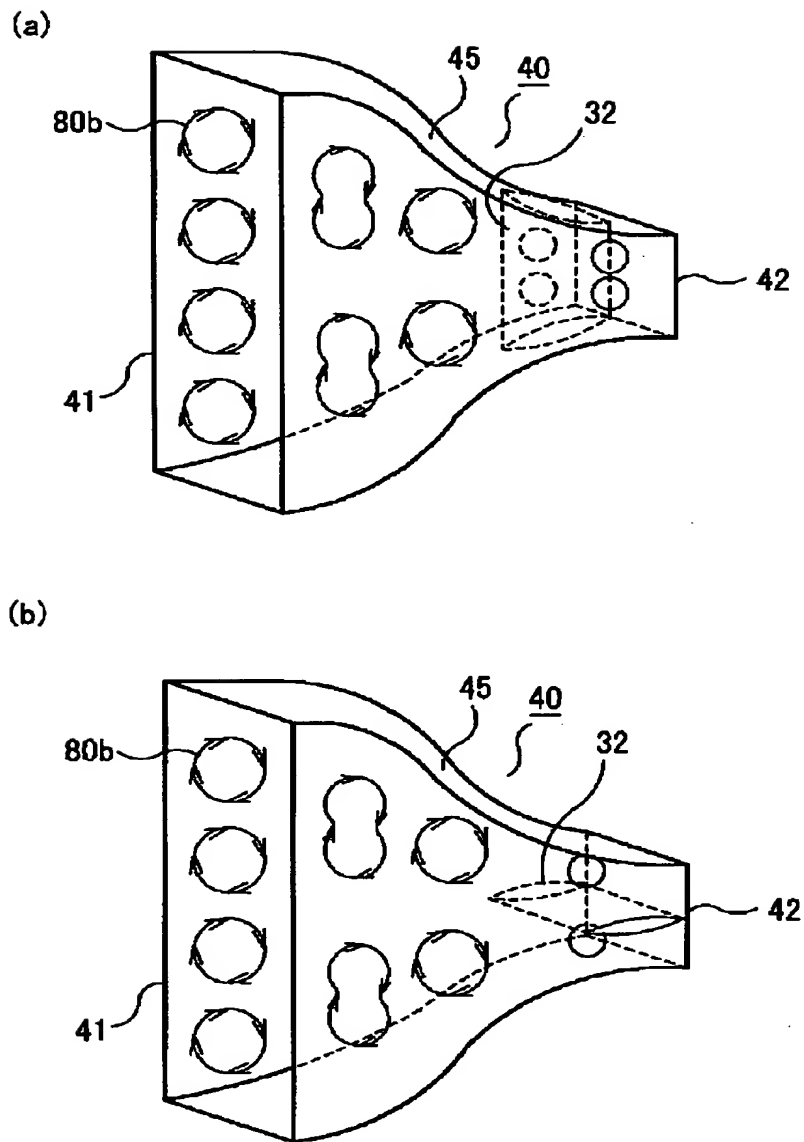


【図 1 1】



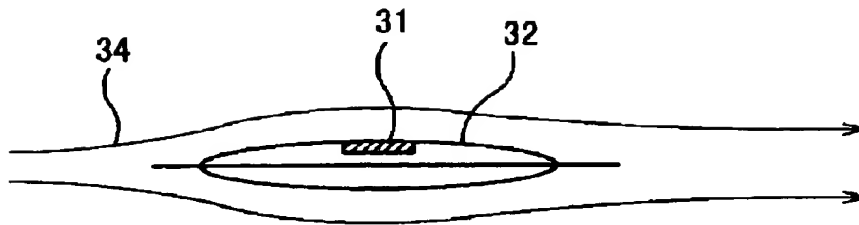
80 : 旋回流を示す渦

【図 1 2】

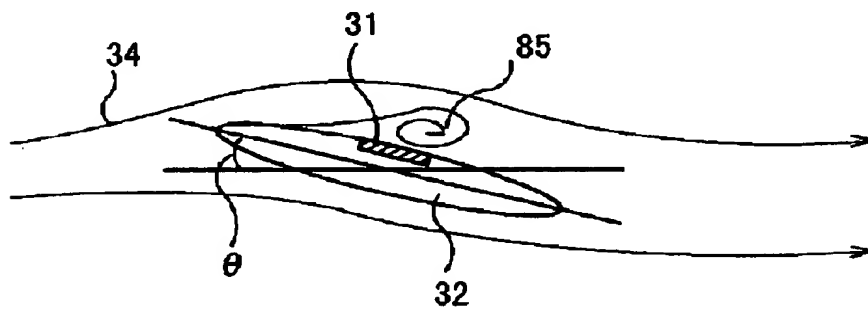


【図 1 3】

(a)

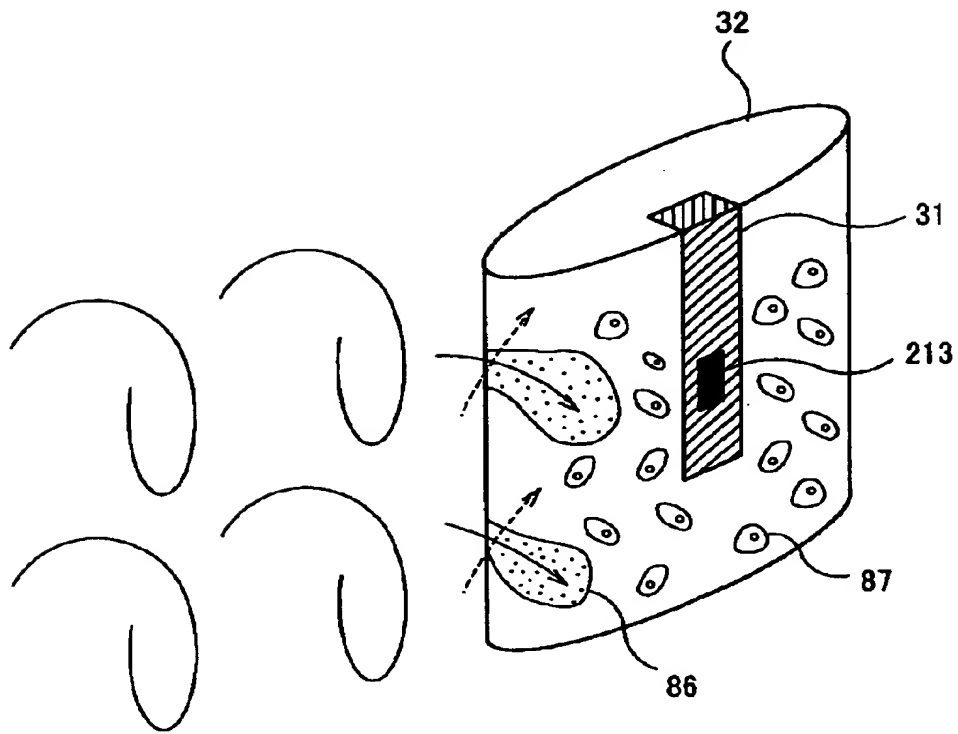


(b)



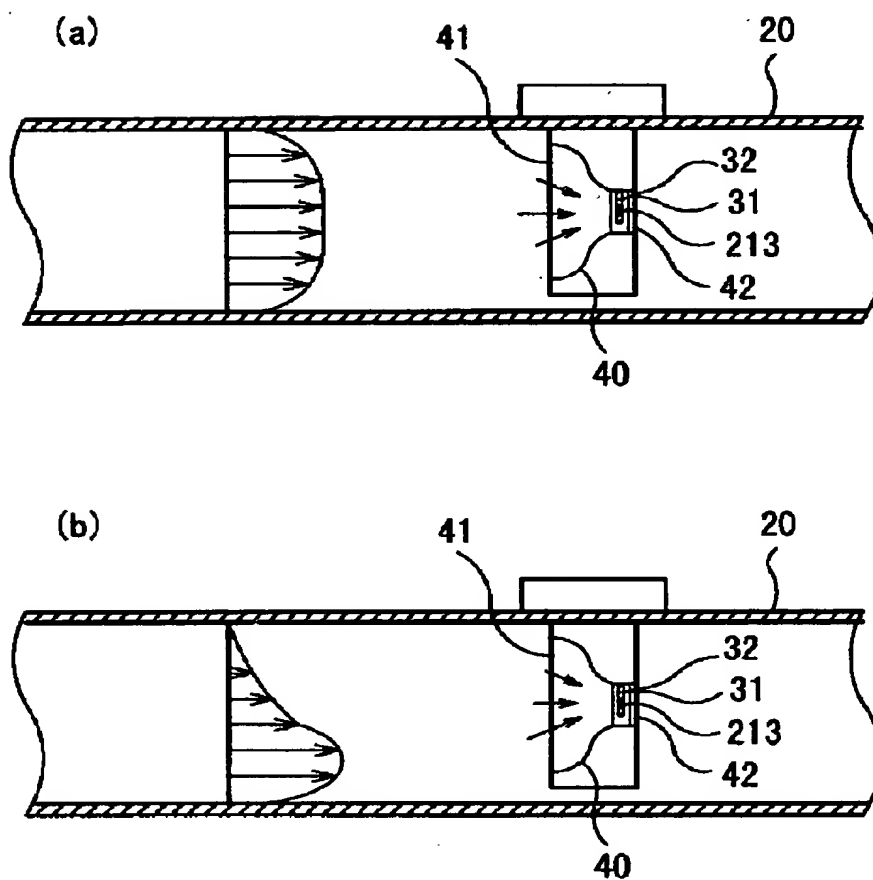
85 : 剥離領域

【図 1 4】

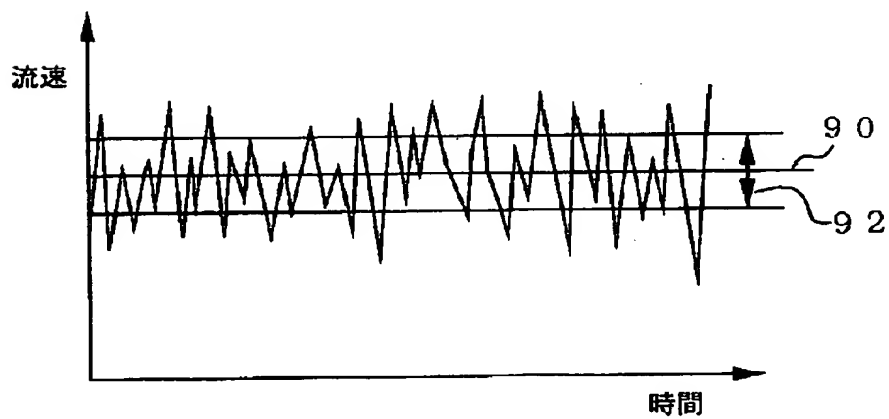


86 : 剥離領域

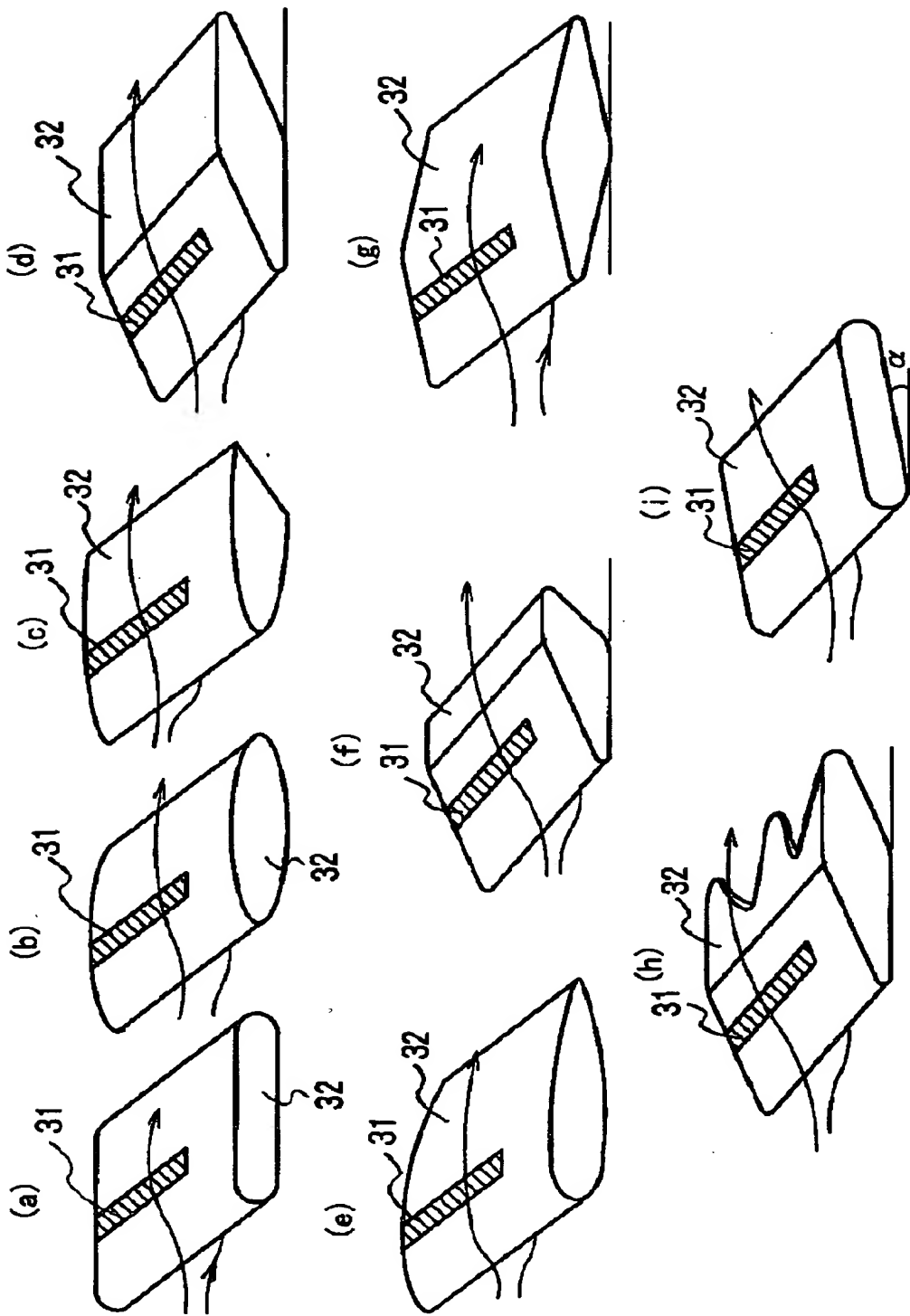
【図 15】



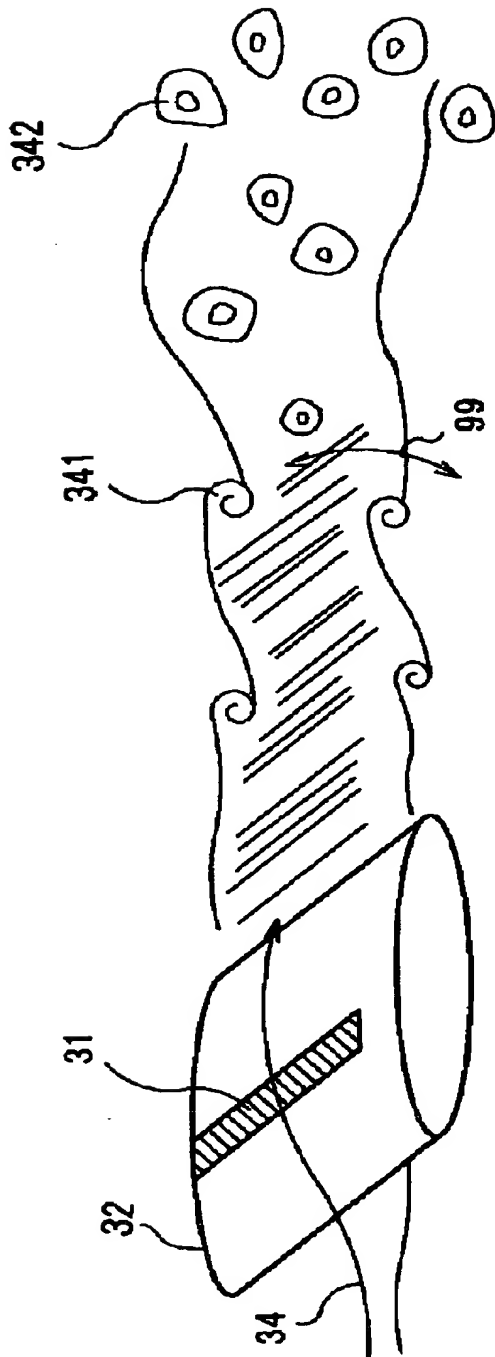
【図 16】



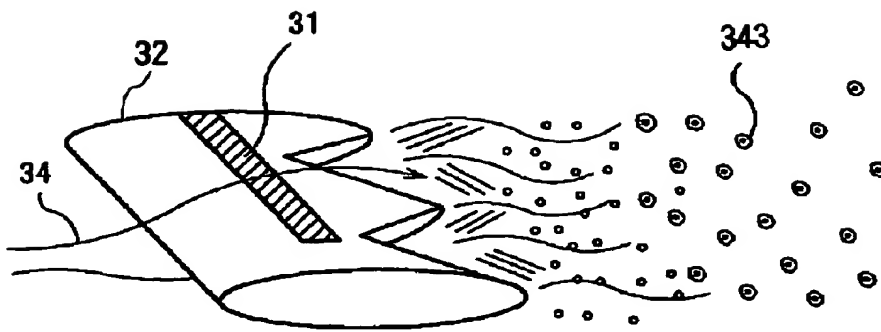
【图 17】



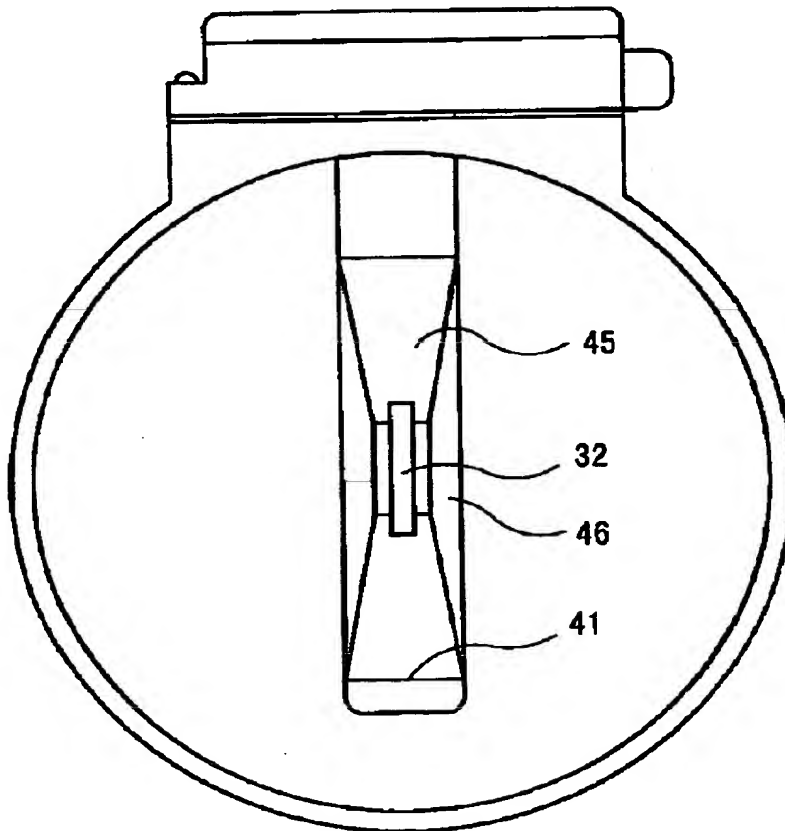
【図 18】



【図 19】



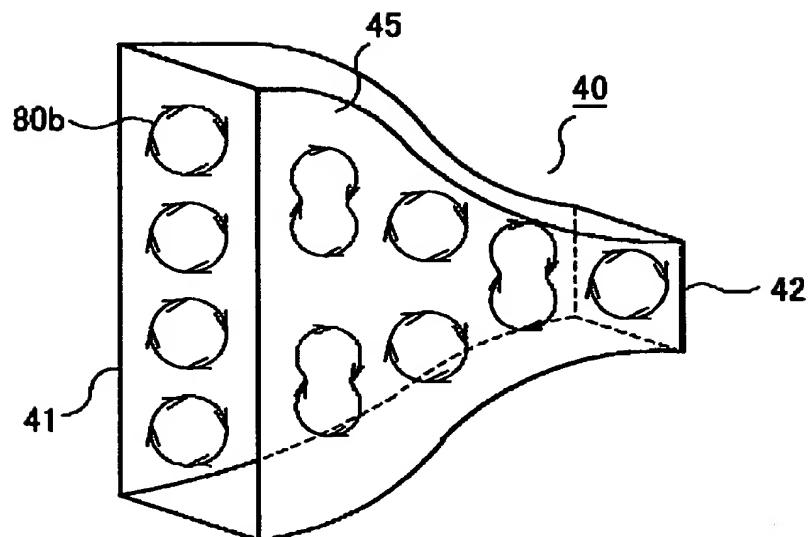
【図 20】



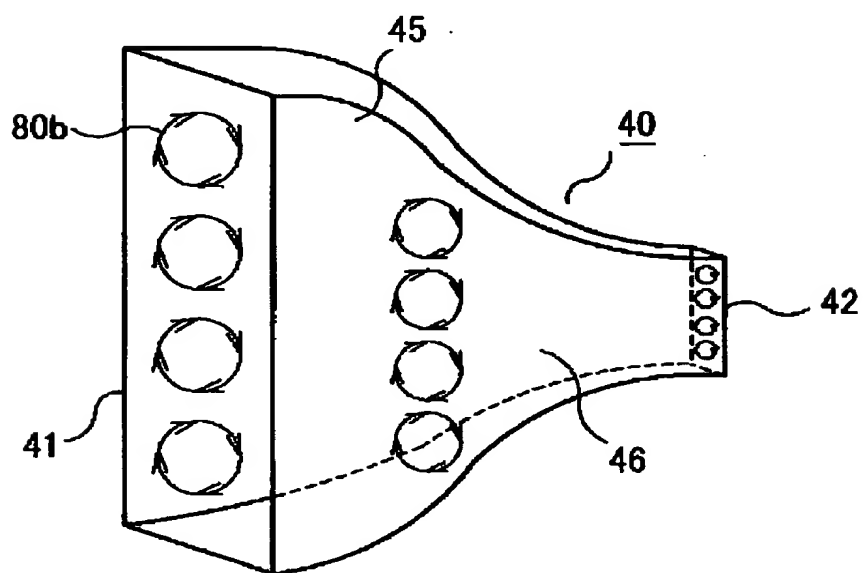
46 : テーパ部



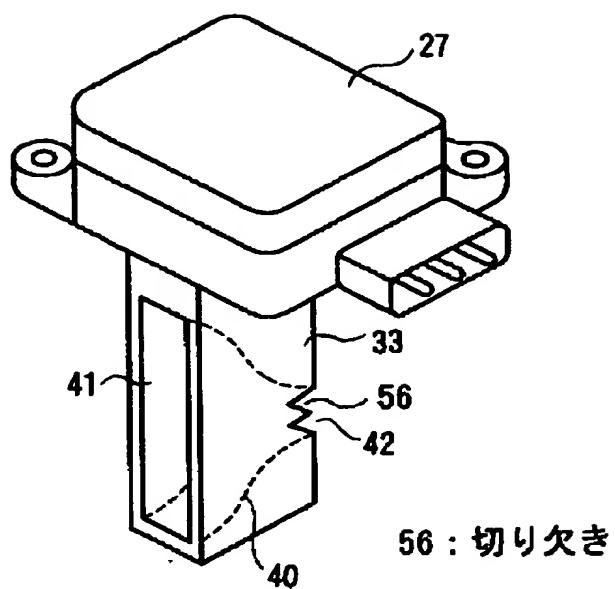
【図 2 1】



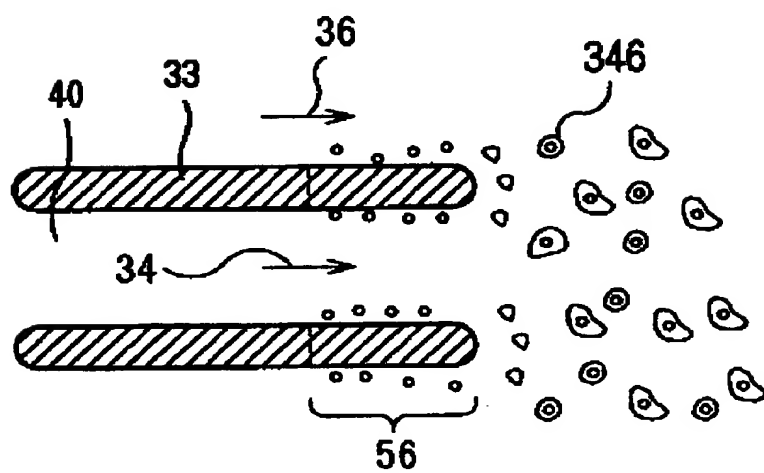
【図 2 2】



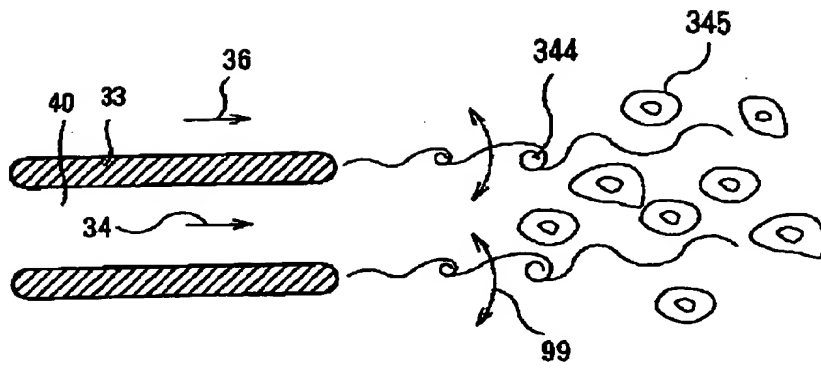
【図 23】



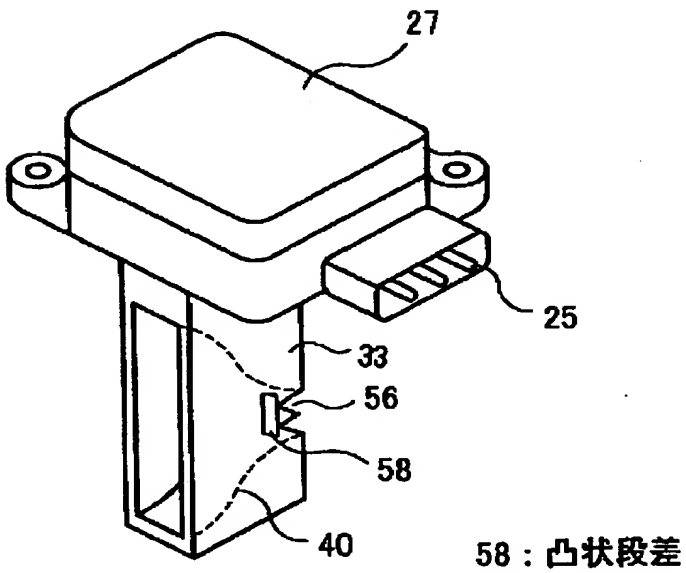
【図 24】



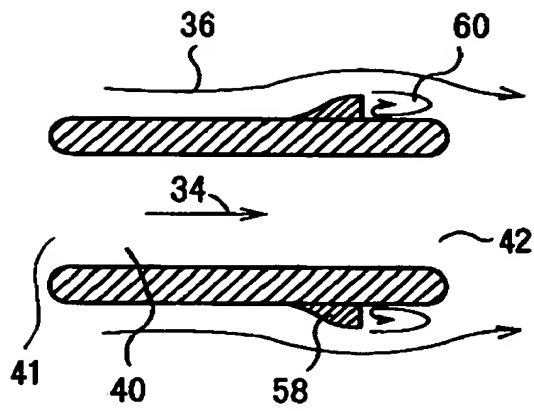
【図 25】



【図 26】

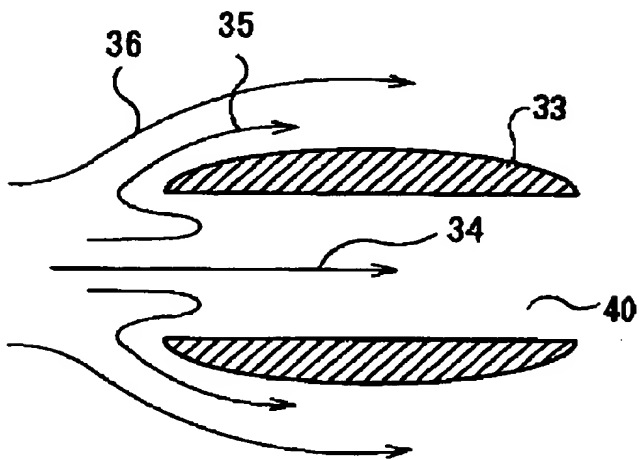


【図 2 7】

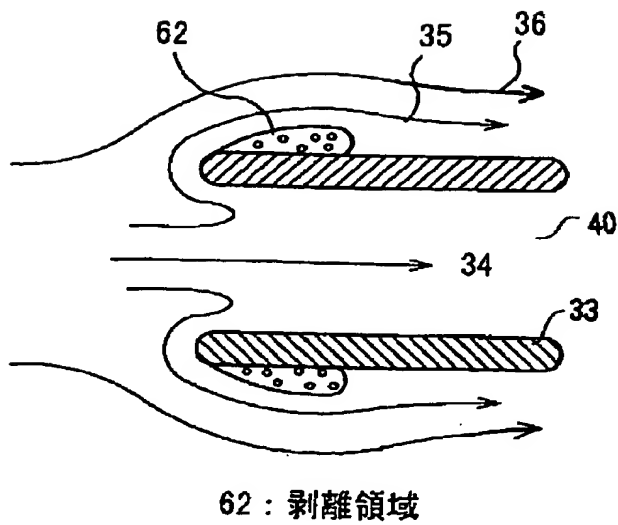


60 : 負圧領域

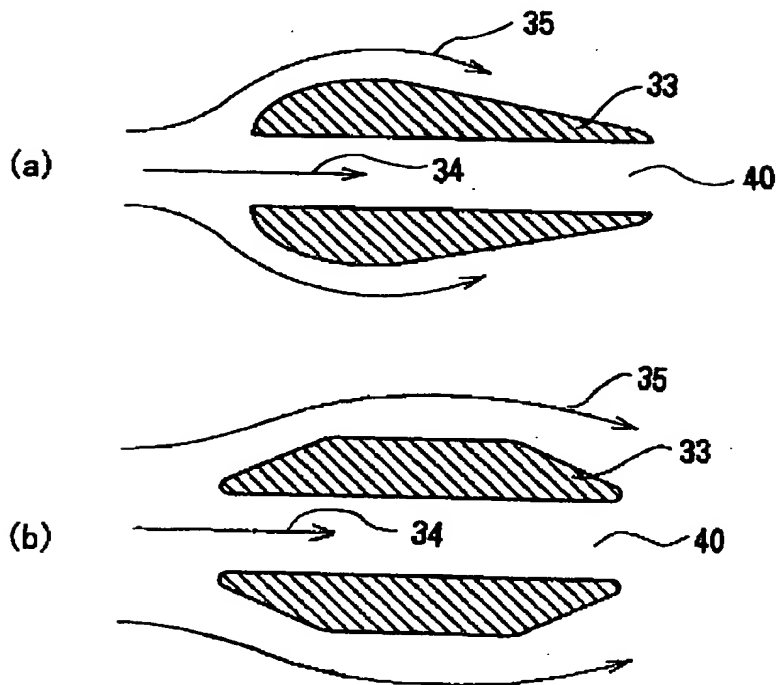
【図 2 8】



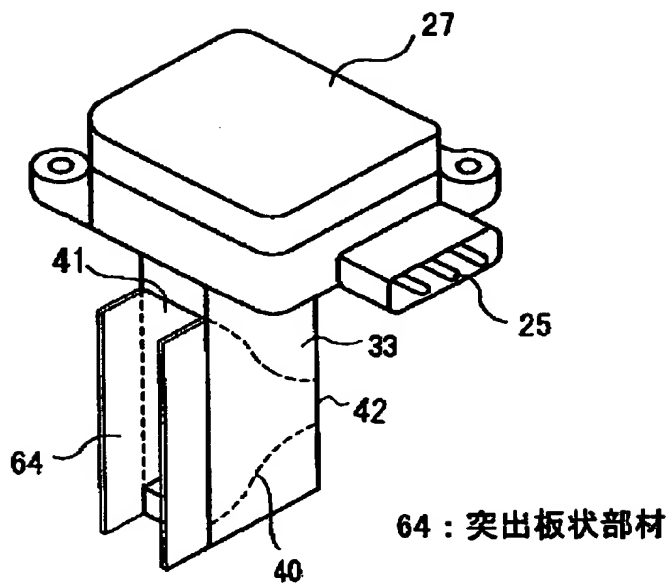
【図 29】



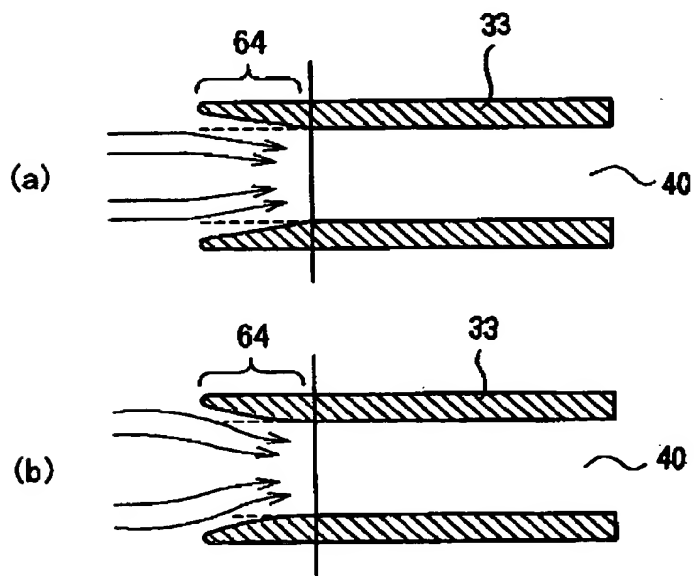
【図 30】



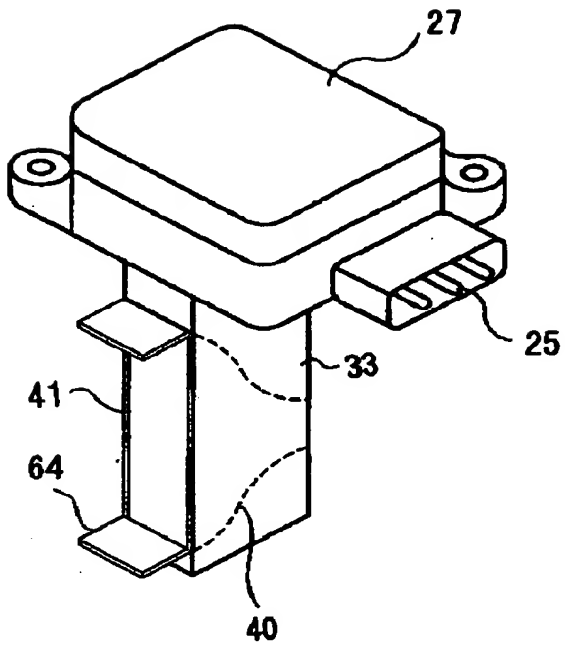
【図 3 1】



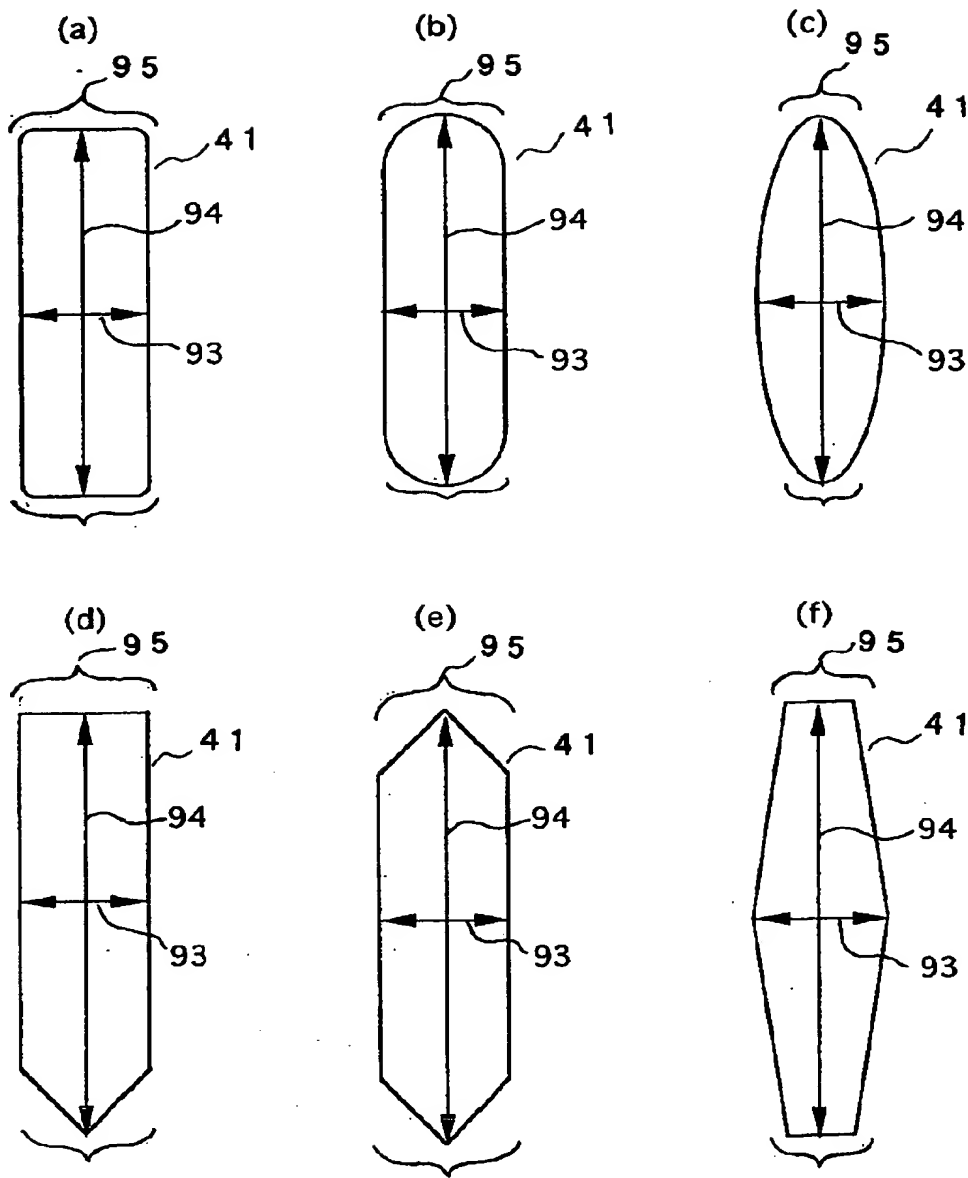
【図 3 2】



【図 3 3】

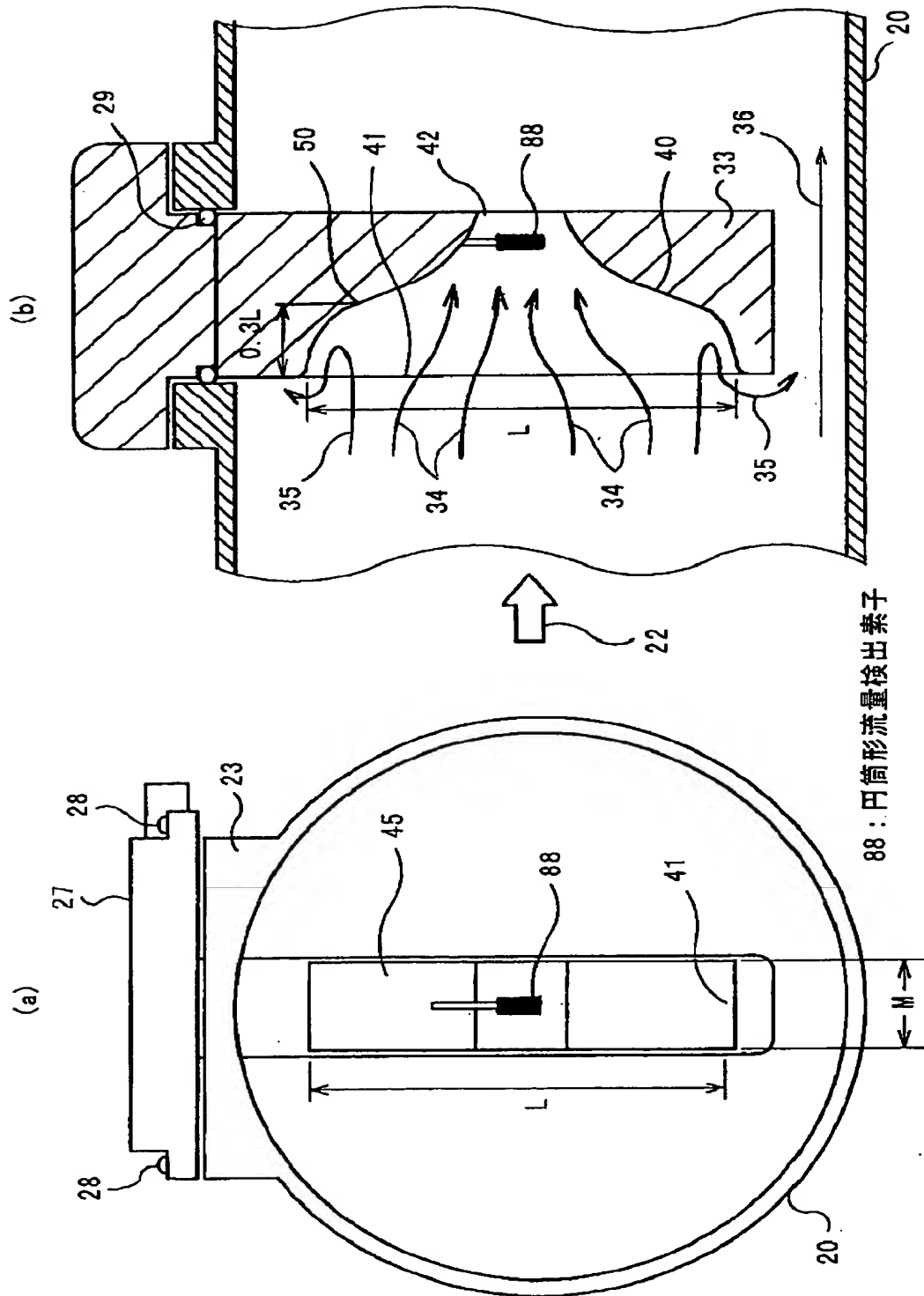


【図 34】



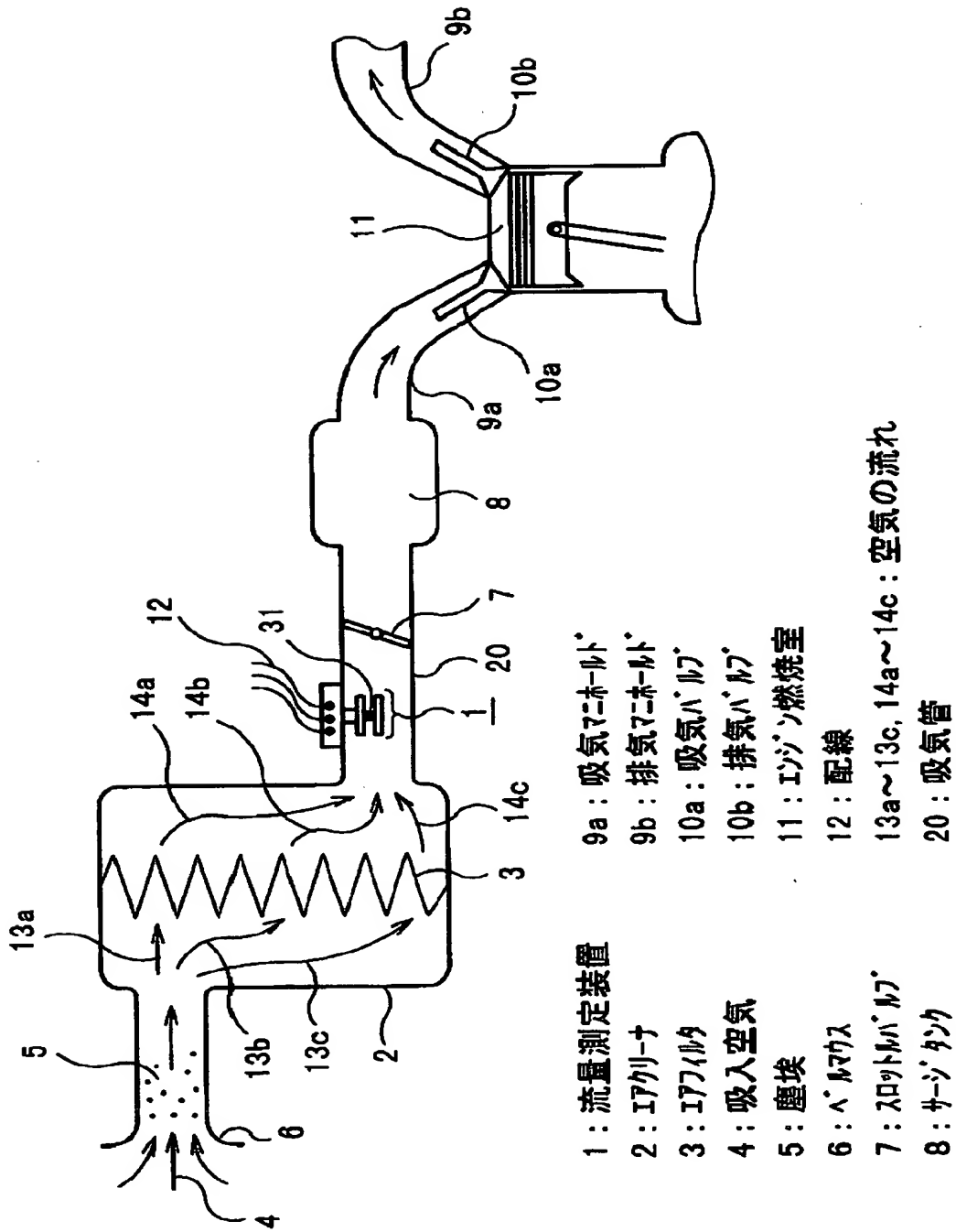


【図 35】

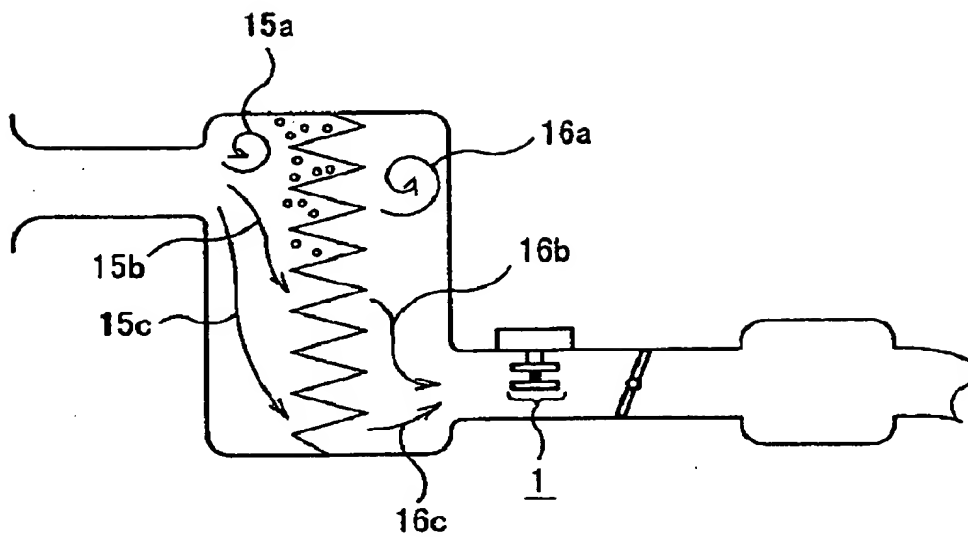


88 : 円筒形流量検出素子

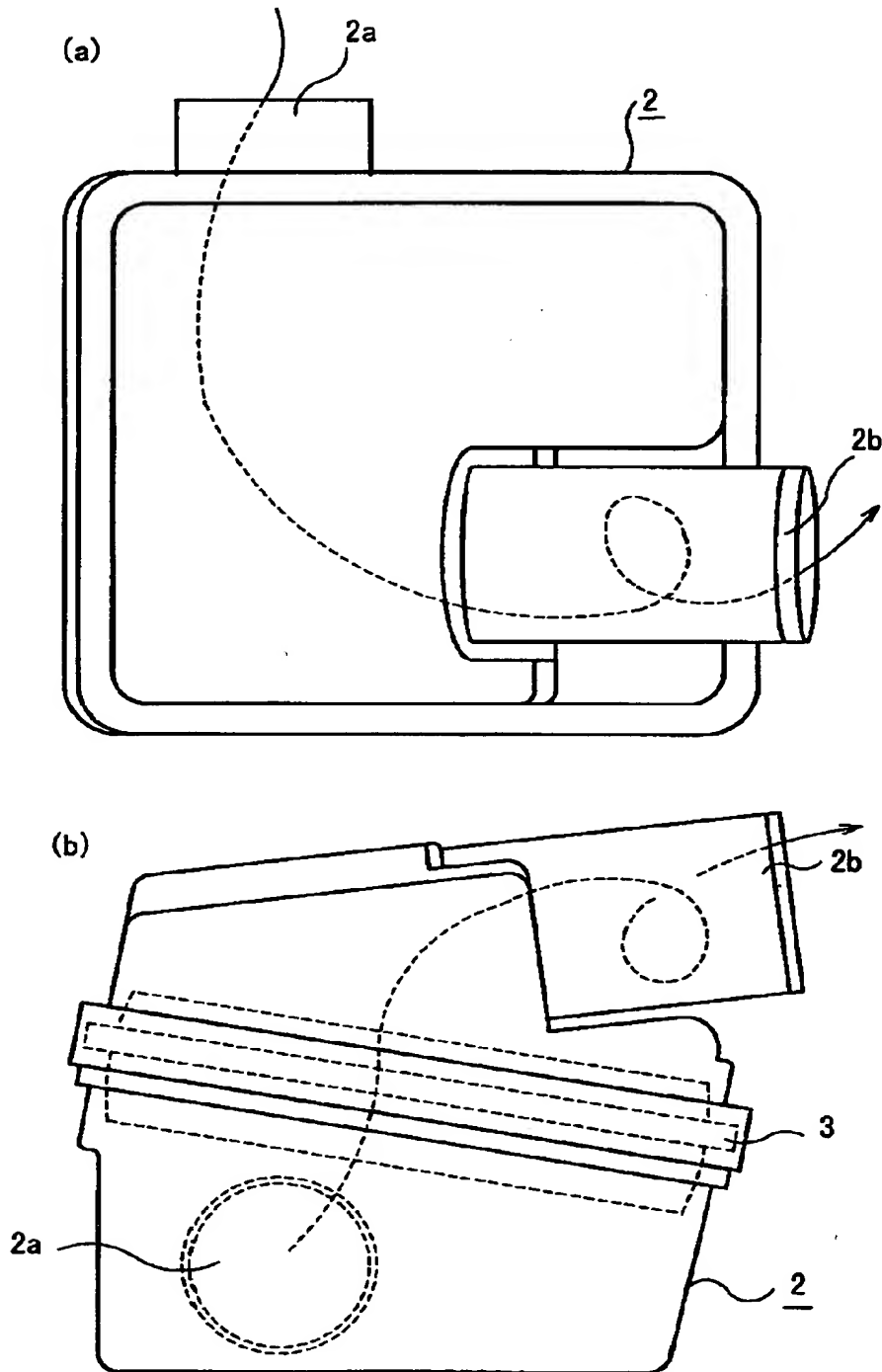
【図 36】



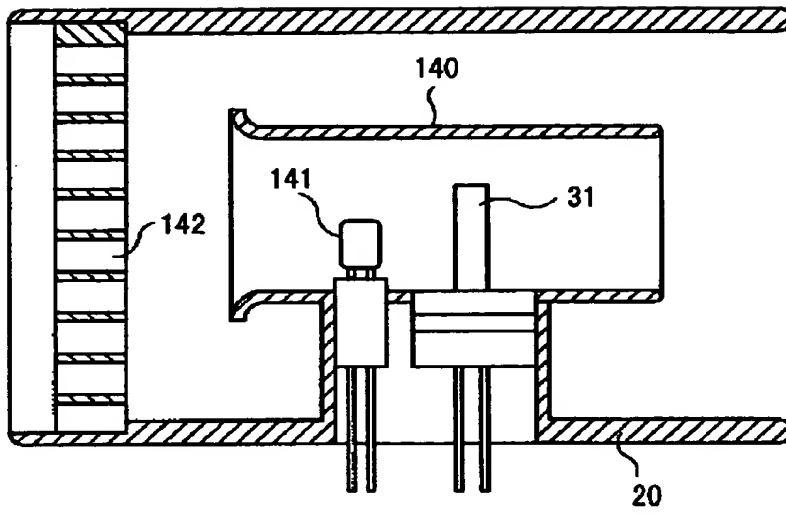
【図 37】



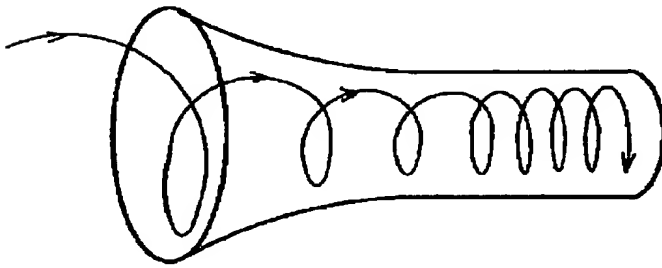
【図 38】



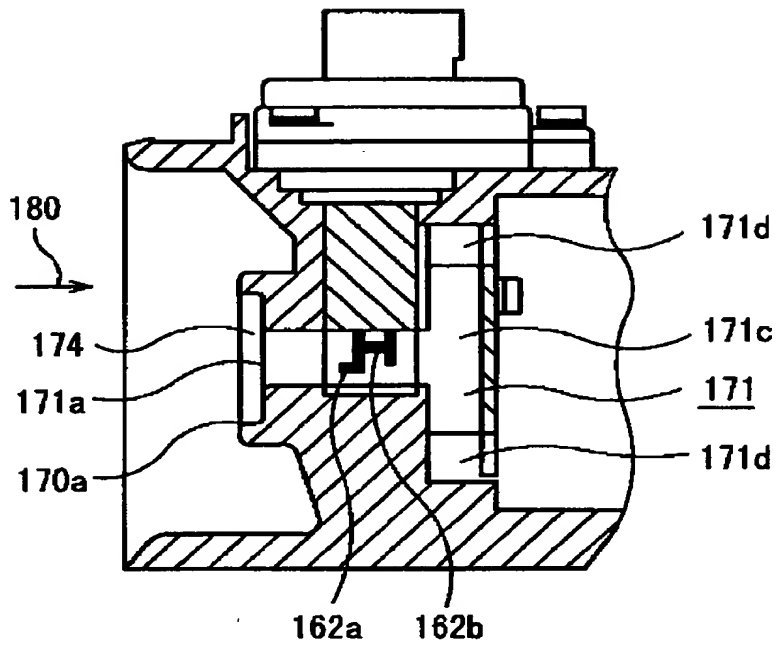
【図 3 9】



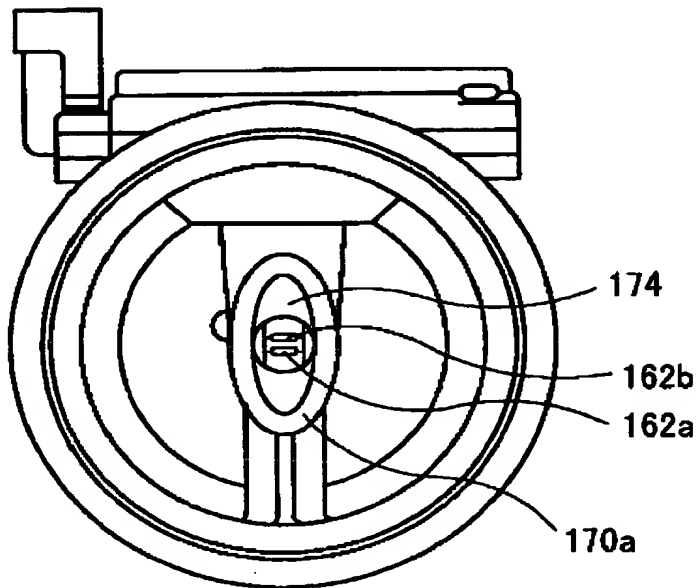
【図 4 0】



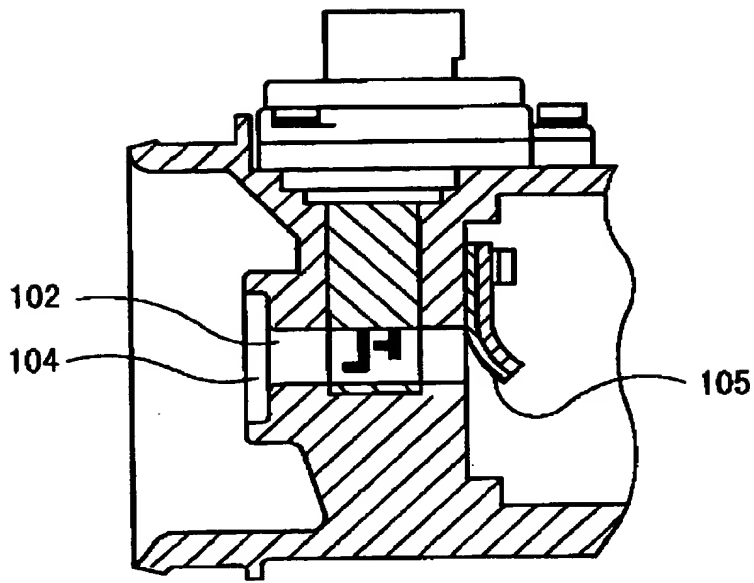
【図 4 1】



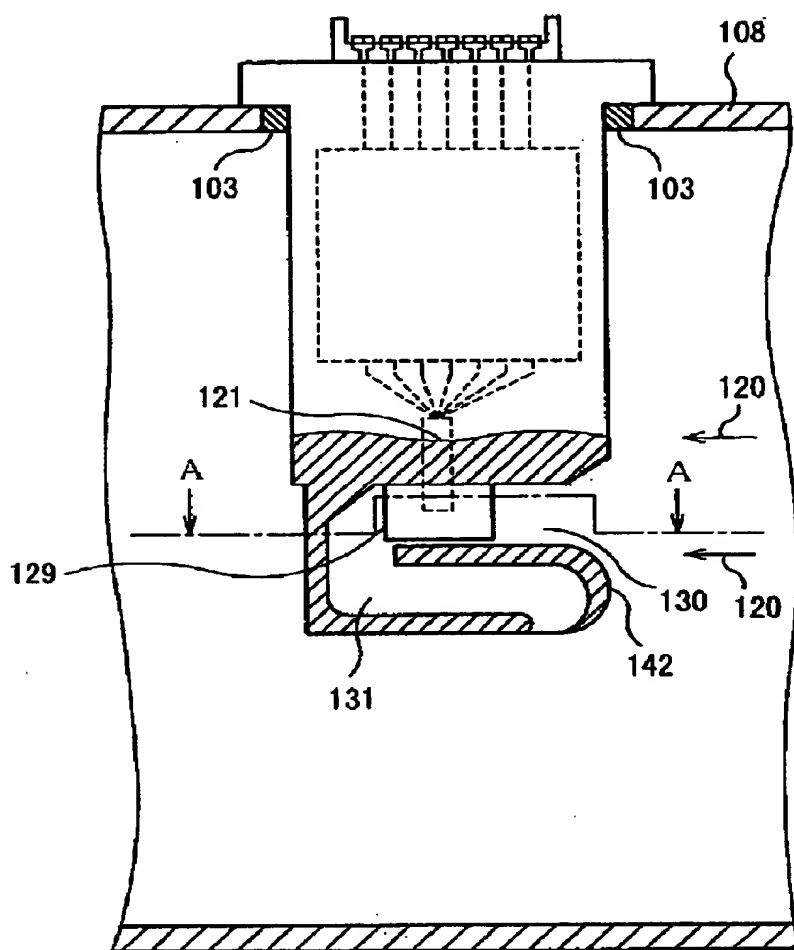
【図 4 2】



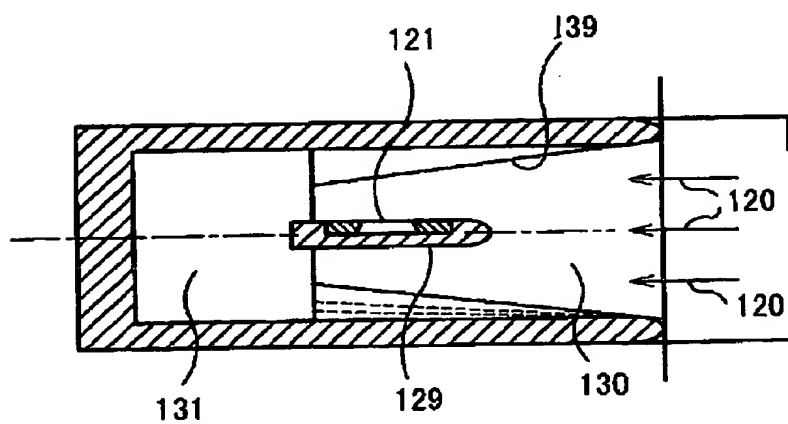
【図 4 3】



【図 4 4】



【図 4 5】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 吸気経路の曲がり、エアフィルタやエアクリーナの組み付けバラツキなどによって流れの速度分布が変化した場合、およびエアフィルタの目詰まりが生じて吸気系の経時変化が生じ、偏流や旋回流が変化し、また乱れ度が増大した場合においても流量検出誤差が生じにくい、流量測定装置を提供する。

【解決手段】 流体が流れる流体通路 2 0 内に流体の流れの一部を横断して配置された柱状部材 3 3 と、該柱状部材に設けられた検出通路 4 0 と、該検出通路内に配置された流量検出体 3 1, 3 2 とを備えたものであって、上記検出通路は、その流体導入口が流体の流れ方向に対向した長細い形状を有し、かつ該長細い形状の長手方向において少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間で下流側に向かって実質的になめらかに狭くなっていくように絞られており、しかも少なくとも上記流体導入口から上記流量検出体までの間が単一孔である。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第131570号
受付番号	59900446949
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成11年 5月18日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000006013
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
【氏名又は名称】	三菱電機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100102439
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名又は名称】	宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】	100103894
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名又は名称】	家入 健

【選任した代理人】

【識別番号】	100092462
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名又は名称】	高瀬 彌平

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
氏 名 三菱電機株式会社